

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO



**SISTEMAS DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS NO  
TRABALHO EXPERIMENTAL EM CIÊNCIAS NATURAIS: UM  
ESTUDO COM ALUNOS DO 8º ANO DE ESCOLARIDADE**

**Vanda Helena Lopes Delgado**

MESTRADO EM EDUCAÇÃO

Especialização em Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e Educação

2009

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO



**SISTEMAS DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS NO  
TRABALHO EXPERIMENTAL EM CIÊNCIAS NATURAIS: UM  
ESTUDO COM ALUNOS DO 8º ANO DE ESCOLARIDADE**

**Vanda Helena Lopes Delgado**

MESTRADO EM EDUCAÇÃO

Especialização em Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e Educação

Orientadora: Professora Doutora Maria Isabel Seixas da Cunha Chagas

2009

## AGRADECIMENTOS

Nesta recta final, não poderia deixar de agradecer a todos os que, de alguma forma, contribuíram para que tenha conseguido concluir mais esta etapa da minha vida académica.

Agradeço em particular:

À Professora Doutora Isabel Chagas, um sincero agradecimento por ter aceite a proposta de orientar esta dissertação, pelas palavras sensatas, pelas preciosas sugestões, pela crítica rigorosa e pela competência, dedicação e disponibilidade sempre demonstradas.

À minha mãe e ao meu avô, por terem estado sempre presentes com todo o seu carinho e disponibilidade; pelas palavras de incentivo e de coragem; pelo apoio nos momentos de desalento e pelo estímulo para prosseguir estudos.

Ao Conselho Executivo da escola onde realizei este estudo pela permissão concedida para aí o realizar e por me ter dado um horário que me permitiu assistir às aulas de mestrado e ter tempo para redigir a dissertação.

Aos meus alunos que participaram neste estudo, pela disponibilidade, motivação e interesse demonstrados e por serem jovens que muito me têm marcado, pela positiva.

A todos os meus amigos, pela amizade, pelo apoio e pelas palavras de incentivo.

Aos meus colegas da escola, em particular à Fernanda e à Esmeralda, pelo apoio, amizade e ajuda em alguns momentos de *brainstorming*.

Aos meus colegas de Mestrado, em particular à Catarina, à Tânia e ao Carlos, pela amizade, pela partilha de experiências e pelas aprendizagens que com eles efectuei.

Finalmente, uma palavra final e comovida para o meu pai e a minha avó, que apesar de já não estarem entre nós, merecem esta lembrança, pois continuam a ser duas das pessoas mais importantes da minha vida. São os meus anjos da guarda e quem me dão forças adicionais nos momentos difíceis e me ajudam nas decisões que tomo diariamente.



## RESUMO

Estudos nacionais e internacionais têm evidenciado um fraco desempenho dos alunos portugueses ao nível da literacia científica e da resolução de problemas. Na literatura de especialidade é defendido que a implementação de trabalho experimental de investigação e a utilização das TIC, nomeadamente dos SATD, poderão concorrer para o desenvolvimento, pelos alunos, de competências naqueles domínios.

Neste contexto, enunciou-se o seguinte problema de estudo: Que mudanças ocorrem a nível das competências dos alunos e do ambiente de aprendizagem gerado quando se realizam actividades experimentais de investigação com SATD? Este problema operacionalizou-se segundo os seguintes objectivos: (i) identificar os efeitos, nos alunos, ao nível do desenvolvimento de competências dos domínios do conhecimento substantivo e processual, do raciocínio e das atitudes quando é implementada uma metodologia de trabalho experimental de investigação com recurso a SATD e (ii) descrever o ambiente de aprendizagem gerado quando é seguido um ensino experimental das Ciências Naturais com SATD.

O estudo decorreu numa escola básica pública, com 2º e 3º ciclos, localizada no concelho de Tavira, e envolveu duas turmas do 8º ano de escolaridade (n=48). Aplicou-se um desenho *quasi*-experimental, com grupos não aleatórios: um grupo controlo (GC) que realizou trabalho experimental sem recurso a SATD e um grupo experimental (GE) que realizou trabalho experimental com recurso a SATD (1x1 turma de 8º ano). A comparação dos dois grupos foi efectuada com base nos resultados obtidos num questionário que funcionou simultaneamente como pré e pós-teste e através de técnicas de recolha de dados de natureza descritiva, mais precisamente a observação participante e não participante e a análise das transcrições das aulas áudio gravadas. Foi também aplicado um questionário de opinião aos alunos de ambos os grupos.

A análise dos resultados permitiu concluir que ocorreu uma evolução positiva em ambos os grupos e que houve uma tendência, embora ténue, para melhores resultados no GE, em que se recorreu aos SATD. Apesar dos resultados ligeiramente melhores alcançados pelo GE, a hipótese nula formulada para este estudo, em que se previa a não existência de diferenças estatisticamente significativas entre o desempenho de alunos que tinham sido sujeitos a trabalho experimental de investigação com SATD e o desempenho de alunos que tenham sido sujeitos a trabalho experimental de investigação sem SATD foi confirmada, pelo que ambas as estratégias podem ser consideradas eficazes no desenvolvimento das competências em estudo. Os resultados indicaram também que a associação da Aprendizagem por Problemas ao Trabalho Experimental (com ou sem SATD) pode ser vantajosa, contribuindo para que os alunos mais fácil e rapidamente desenvolvam competências do domínio do raciocínio, nomeadamente no que respeita à formulação de problemas e hipóteses.

### **Palavras-chave:**

Trabalho Experimental; Sistemas de Aquisição e Tratamento de Dados; Aprendizagem por Problemas; Ciências Naturais

## ABSTRACT

National and international studies have shown a weak performance of middle school Portuguese students at scientific literacy and problem-solving skills. In the specialized literature it is argued that the implementation of investigative experimental work and the use of ICT, in particular of Data-Logging, may contribute to the students' development of skills in these areas.

In this context, the following problem of study was formulated: Which changes occur, in the students' skills and in the learning environment, when pursuing investigative experimental work with Data-Logging? Two aims were set to try to answer this problem: (i) identify the effects, on students, of the implementation of an investigative experimental work methodology with Data-Logging on the development of substantive and procedural knowledge, reasoning and attitudinal skills and (ii) describe the learning environment created when an experimental teaching of Sciences with Data-Logging is followed.

The study took place in a public elementary Portuguese school, located in Tavira borough, and involved two 8th grade classes ( $n = 48$ ). A *quasi*-experimental design was used with non-randomized groups: a control group (CG) that had done experimental work without using Data-Logging and an experimental group (EG) that had done experimental work using Data-Logging (1x1 class of 8th grade). The comparison between the two groups was based on the results of a questionnaire that functioned as both pre and post-test and on data collecting techniques of descriptive nature, specially particular participant and non-participant observation and transcriptions of audio taped lessons analysis. Both students groups were also asked to answer an opinion questionnaire.

The results indicate that there was a positive development in both groups and that there was a tendency, though tenuous, for better results in EG, which used Data-Logging. Despite these slightly better results achieved by EG, the null hypothesis formulated for this study, which stated that there were no statistically significant differences between the performance of students who were involved in investigative experimental work with Data-Logging and the performance of students who were involved in investigative experimental work without Data-Logging, was confirmed. So, both strategies can be considered effective in the development of the skills in this study. The results also indicate that the association of Problem-Based Learning to Experimental Work (with or without Data-Logging) can be considered as an advantage to develop reasoning skills in an easier and faster way, particularly problem and hypothesis formulation skills.

### Key words:

Experimental work; Data-Logging, Problem-Based Learning; Sciences

## ÍNDICE GERAL

Índice de Quadros .....	viii
Índice de Figuras .....	x
Lista de Abreviaturas .....	xi
<b>I. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. Contextualização do Estudo .....	1
1.1.1. A Educação em Ciências e a Literacia Científica .....	1
1.1.2. O Trabalho Experimental e as TIC no Ensino das Ciências .....	3
1.1.3. A Aprendizagem por Problemas no Trabalho Experimental em Ciências .....	7
1.2. Problema e Objectivos do Estudo .....	9
1.3. Organização da Dissertação .....	10
<b>II. ENQUADRAMENTO TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
2.1. Trabalho Experimental no Ensino das Ciências .....	14
2.1.1. Potencialidades do Trabalho Experimental no Ensino das Ciências .....	15
2.1.2. Modalidades de Trabalho Experimental .....	18
2.1.3. A Realidade do Trabalho Experimental no Ensino das Ciências .....	24
2.2. Integração Curricular das TIC no Ensino das Ciências Naturais .....	27
2.2.1. Clarificação do Conceito de Integração Curricular das TIC .....	27
2.2.2. Integração Curricular das TIC em Portugal .....	28
2.2.3. Potencialidades e Implicações da Utilização das TIC no Ensino das Ciências .....	32
2.2.4. Integração Curricular das TIC no Trabalho Experimental em Ciências ...	35
2.3. Sistemas de Aquisição e Tratamento de Dados .....	38
2.3.1. Componentes dos SATD .....	38
2.3.2. Implementação dos SATD em Portugal .....	42
2.3.3. Interesse e Utilidade em Ciências Naturais .....	43
2.3.4. Potencialidades e Implicações na Aprendizagem das Ciências Naturais .	48
2.3.5. Limitações/Constrangimentos .....	52
2.3.6. Condições para a Implementação de Actividades com SATD .....	53

2.4. Aprendizagem por Problemas .....	54
2.4.1. Origem e Características da APP .....	54
2.4.2. Objectivos da APP .....	56
2.4.3. Implementação da APP .....	57
2.4.4. Potencialidades e Implicações da APP na Aprendizagem .....	63
2.4.5. APP no Trabalho Experimental .....	67
2.4.6. Problemas Associados à APP na Sala de Aula .....	68
<b>III. METODOLOGIA .....</b>	<b>71</b>
3.1. Opções Metodológicas .....	71
3.2. Selecção e Caracterização dos Participantes .....	73
3.3. Instrumentos de Recolha de Dados .....	78
3.3.1. Pré e Pós-Teste .....	78
3.3.2. Registos de Campo .....	80
3.3.3. Transcrição das Aulas Áudio Gravadas .....	81
3.3.4. Questionário de Opinião .....	82
3.4. Etapas do Estudo .....	84
3.4.1. Estudo Piloto .....	84
3.4.2. Construção das Actividades APP .....	89
3.4.3. Pré-Testagem .....	90
3.4.4. Implementação das Actividades .....	91
3.4.5. Pós-Testagem .....	93
3.5. Tratamento e Análise dos Dados .....	93
3.5.1. Pré e Pós-Teste .....	94
3.5.2. Registos de Campo .....	96
3.5.3. Transcrições das Gravações Áudio das Aulas .....	96
3.5.4. Questionário de Opinião .....	96
<b>IV. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>97</b>
4.1. Efeitos do Trabalho Experimental com SATD .....	97
4.1.1. Análise dos Resultados no Pré e no Pós-Teste .....	97
4.1.2. Análise de Dados complementares .....	113



4.2. Ambiente de Aprendizagem .....	120
4.2.1. Análise dos Dados do Questionário de Opinião .....	120
4.2.2. Dados Complementares .....	131
<b>V. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>133</b>
5.1. Conclusões da investigação .....	133
5.2. Implicações do Estudo .....	137
5.3. Limitações da investigação .....	137
5.4. Sugestões para Futuras Investigações .....	138
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>141</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>153</b>
Anexo 1 – Questionário Aplicado como Pré-Teste .....	155
Anexo 2 – Questionário Aplicado como Pós-Teste .....	161
Anexo 3 – Actividades Planificadas para o Grupo Controlo .....	167
Anexo 4 – Actividades Planificadas para o Grupo Experimental .....	177
Anexo 5 – Questionário de Opinião Aplicado aos Alunos .....	187

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1	Papel do aluno no ensino tradicional e na APP .....	63
Quadro 2	Nível Sócio Económico e Cultural (NSEC) dos Alunos .....	75
Quadro 3	Fontes, Técnicas e Instrumentos de Recolha de Dados .....	78
Quadro 4	Correspondência competências – questões do questionário .....	79
Quadro 5	Correspondência Questão – Objectivo – Tipo de Questão e Modo de Resposta .....	83
Quadro 6	Resultados no Pré-teste, pela aplicação do t-teste às Turmas B e C ..	85
Quadro 7	Resultados no Pré-teste, pela aplicação do t-teste às Turmas A e D ..	85
Quadro 8	Médias e Diferenças das Médias Obtidas nas Turmas B e C .....	86
Quadro 9	Médias e Diferenças das Médias Obtidas nas Turmas A e D .....	86
Quadro 10	Resultados Obtidos no Pós-Teste, pela aplicação do t-teste às turmas B e C .....	86
Quadro 11	Resultados Obtidos no Pós-Teste, pela aplicação do t-teste às turmas A e D .....	87
Quadro 12	Categorias de Resposta e seu Significado .....	94
Quadro 13	Cotação Atribuída a cada Questão do Pré e Pós-Teste .....	95
Quadro 14	Resultados no Pré-Teste pelos Grupos Controlo e Experimental .....	98
Quadro 15	Resultados no pré e no pós-teste .....	99
Quadro 16	Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 2.4 do Pré e Pós-teste .	100
Quadro 17	Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 2.5.1 do Pré e Pós-teste .....	101
Quadro 18	Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 2.5.2 do Pré e Pós-teste .....	101
Quadro 19	Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 3.1 do Pré e Pós-teste .	102
Quadro 20	Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 3.4.1 do Pré e Pós-teste .....	103
Quadro 21	Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 3.4.2 do Pré e Pós-teste .....	103
Quadro 22	Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 3.4.3 do Pré e Pós-teste .....	103
Quadro 23	Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 4.2 do Pré e Pós-teste	105
Quadro 24	Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 4.3 do Pré e Pós-teste	105
Quadro 25	Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 5.3 do Pré e Pós-teste	106
Quadro 26	Resultados obtidos pelos Alunos na Questão 6 do Pré e Pós-teste ....	107

Quadro 27	Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 1 do Pré e Pós-teste ...	108
Quadro 28	Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 2.1 do Pré e Pós-teste	109
Quadro 29	Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 2.2 do Pré e Pós-teste	109
Quadro 30	Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 2.3 do Pré e Pós-teste	110
Quadro 31	Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 4.1 do Pré e Pós-teste	110
Quadro 32	Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 5.1 do Pré e Pós-teste	111
Quadro 33	Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 5.2 do Pré e Pós-teste	111
Quadro 34	Resultados Obtidos no Pós-Teste .....	112
Quadro 35	Opinião dos Alunos sobre o seu Grau de Satisfação face às Actividades Realizadas .....	120
Quadro 36	Opinião dos Alunos sobre o Grau de Desafio Provocado pelas Tarefas Propostas .....	121
Quadro 37	Opinião dos Alunos sobre se as Actividades Desenvolvidas tinham tido ou não Aspectos Positivos.....	121
Quadro 38	Opinião dos Alunos sobre se as Actividades Desenvolvidas tinham tido ou não Aspectos Menos Positivos .....	122
Quadro 39	Opinião dos Alunos sobre os Aspectos Mais Positivos das Actividades Realizadas .....	122
Quadro 40	Opinião dos Alunos sobre os Aspectos Menos Positivos das Actividades Realizadas .....	123
Quadro 41	Opinião dos Alunos sobre a(s) Actividades que Mais Gostaram de Realizar .....	124
Quadro 42	Opinião dos Alunos sobre se Gostariam de Realizar mais Actividades Experimentais deste Tipo .....	126
Quadro 43	Razões Enumeradas pelos Alunos para Justificar a Realização de mais Actividades Experimentais deste Tipo.....	126
Quadro 44	Opinião dos Alunos sobre se a Realização de Tarefas em Grupo tinha Facilitado ou Não a Aprendizagem.....	127
Quadro 45	Opinião dos Alunos do GC sobre as Competências Desenvolvidas Durante a Realização das Actividades Experimentais.....	128
Quadro 46	Opinião dos Alunos do GE sobre as Competências Desenvolvidas durante a Realização das Actividades Experimentais.....	129

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Relação entre Trabalho Prático, Laboratorial e Experimental .....	15
Figura 2	Exemplo de um Sistema de Aquisição e Tratamento de Dados .....	38
Figura 3	Esquema representativo do processo envolvendo SATD .....	39
Figura 4	CLB 2 <sup>TM</sup> .....	40
Figura 5	Vernier LabPro <sup>®</sup> .....	41
Figura 6	Representação esquemática do processo de APP .....	58
Figura 7	Sessão tutorial de acordo com o modelo <i>Seven-jump</i> .....	60
Figura 8	Proposta de modelo para a resolução de um problema por via experimental .....	68
Figura 9	Idade dos alunos nas turmas participantes .....	74
Figura 10	Retenções dos alunos nas turmas A e B, respectivamente .....	74

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

APP	Aprendizagem por Problemas
CNEB	Currículo Nacional do Ensino Básico
GC	Grupo Controlo
GE	Grupo Experimental
OCCFN	Orientações Curriculares para as Ciências Físico-Naturais
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
SATD	Sistemas de Aquisição e Tratamento de Dados
TE	Trabalho Experimental
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação

## I. INTRODUÇÃO

Este primeiro capítulo inicia-se com a contextualização do estudo, evidenciando a sua importância e pertinência no quadro do ensino das Ciências Naturais no 3º Ciclo do Ensino Básico. Neste sentido, são referidos os temas estruturantes que presidiram à concepção do estudo: a Educação em Ciências e a Literacia Científica (1.1.1); o Trabalho Experimental e as Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino das Ciências (1.1.2) e a Aprendizagem por Problemas no Trabalho Experimental em Ciências (1.1.3). De seguida, define-se o problema e os objectivos do estudo e, por fim, apresenta-se uma descrição sucinta da organização geral da dissertação.

### 1.1. Contextualização do Estudo

Nas sociedades desenvolvidas actuais, o conhecimento científico e a tecnologia têm evoluído a um ritmo acelerado, exigindo, cada vez mais, cidadãos com elevados níveis de literacia, capazes de tomar decisões fundamentadas, autónomos e responsáveis, assumindo uma atitude crítica perante as diferentes situações que vão enfrentando ao longo da vida. De acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), por *Literacia* entende-se “a capacidade de compreender e usar a informação escrita nas actividades do quotidiano, em casa, no trabalho, na sociedade; a habilidade de desenvolver conhecimentos e atingir objectivos” (Sanches, 2000, citado por Vieira, 2003, p. 25).

#### *1.1.1. A Educação em Ciências e a Literacia Científica*

Tais exigências da sociedade moderna têm estado na origem de reformas no sistema educativo. O Currículo Nacional do Ensino Básico (CNEB) e as Orientações Curriculares para as Ciências Físico-Naturais (OCCFN), do 3º Ciclo do Ensino Básico, em vigor desde 2001, preconizam o desenvolvimento da literacia científica como sendo a grande finalidade da Educação em Ciências, por se reconhecer ser fundamental para o pleno exercício da cidadania. De forma a alcançar essa finalidade, recomenda-se a prevalência de estratégias centradas no aluno, que envolvam a resolução de problemas, a argumentação e a comunicação (DEB, 2001a; DEB, 2001b), o que obriga à criação,

por parte dos professores, de contextos de aprendizagem que permitam aos alunos não só aprender, mas sobretudo aprender a aprender (López, 2004).

Ao nível das OCCFN (DEB, 2001 b), em particular no que concerne ao campo das Ciências Naturais e no tema “Sustentabilidade na Terra”, é colocada ênfase na promoção de ambientes de aprendizagem baseados na resolução de problemas e em exercícios de tomada de decisão. Neste contexto, é sugerido aos professores que a discussão do subtema “Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas” seja feita através do “contacto dos alunos com problemas reais, quer através de situações locais e/ou regionais que os afectem em particular quer mediante problemas mais gerais que afectam a Terra de um modo global e em particular os seres vivos” (p.26).

No entanto, apesar das alterações introduzidas nos documentos que regem o sistema educativo português, os resultados alcançados têm ficado aquém do esperado. Estudos internacionais, realizados com o objectivo de monitorizar e descrever os níveis de literacia e a capacidade de resolução de problemas dos alunos, têm revelado resultados fracos para o nosso país. O TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) publicado em 1995 (Portugal não participou nas versões do TIMSS realizadas posteriormente), revelou um desempenho dos alunos portugueses abaixo da média internacional, evidenciando o baixo desenvolvimento das competências essenciais previstas (Beaton *et al.*, 1996). De igual forma, segundo o Relatório PISA (Programme for International Student Assessment) de 2003, os alunos portugueses de 15 anos revelaram um desempenho médio inferior ao da média da OCDE em todos os domínios, nomeadamente ao nível da Literacia Científica e da Resolução de Problemas, e não se verificou qualquer evolução significativa de 2000 para 2003 (GAVE, 2004). Recentemente foram divulgados os resultados do PISA de 2006, que em Portugal envolveu uma amostragem aleatória constituída por 173 escolas (155 públicas e 18 privadas), num total de 5109 alunos, desde o 7º ao 11º ano de escolaridade. Esses resultados mostraram uma redução da percentagem de alunos portugueses com desempenho abaixo do nível 1 (de 8,3 % de 2000 para 5,8% em 2006) e ligeiras melhorias em todos os outros níveis. Contudo, apesar da tendência de recuperação de resultados em termos de literacia científica, o desempenho dos alunos portugueses ainda continua abaixo da média da OCDE (GAVE, 2007).

O desinteresse e a desmotivação pelas actividades escolares demonstrados por muitos jovens, acabando por abandonar a escola antes de completarem o 9ºAno, constituem outro indicador do fraco desempenho dos nossos alunos.

Face a estes fracos resultados, é necessário concretizar formas de ensinar que promovam, nos alunos, atitudes positivas em relação às disciplinas curriculares, em particular às Ciências Naturais, e que potenciem o desenvolvimento de competências que concorrem para a literacia científica.

Nos últimos anos muito se tem escrito e debatido, no contexto da Educação em Ciências, sobre a importância do trabalho experimental, do recurso às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e do desenvolvimento, nos alunos, de competências de diferentes domínios. Contudo, o volume de literatura em que estas três grandes áreas são abordadas de uma forma integrada é bem mais escasso, o que evidencia um campo que carece ser melhor investigado e desenvolvido.

### ***1.1.2. O Trabalho Experimental e as TIC no Ensino das Ciências***

A defesa das potencialidades do trabalho experimental, isto é, da realização de actividades que impliquem a manipulação de variáveis e que podem decorrer em locais distintos, tais como no laboratório ou no campo, tem sido largamente partilhada por investigadores, decisores ligados à Educação e professores de vários países (Woolnough, 1991). A investigação em educação tem evidenciado as vantagens do trabalho experimental no ensino das ciências, nomeadamente nas Ciências Naturais, fundamentando o que é preconizado na legislação que rege o Ensino Básico Português.

De acordo com Woolnough (1991), o trabalho experimental tem um papel central e importante no ensino das ciências das escolas em muitos países. Tamir (1991) reitera esta ideia, enumerando seis razões para a sua implementação: (i) permite uma melhor compreensão de conceitos complexos; (ii) possibilita aos alunos trabalharem como cientistas e desenvolverem atitudes científicas; (iii) possibilita a manipulação de materiais e a interiorização de conteúdos; (iv) estimula a criatividade e a aprender a aprender; (v) pode conduzir à mudança de concepções alternativas; (vi) aumenta a motivação e o interesse dos alunos pelas Ciências. Mais recentemente, Pires (2005), além de reforçar estas potencialidades, verificou, nos alunos envolvidos no estudo, que as actividades experimentais realizadas contribuíram para: (i) o desenvolvimento de competências específicas e de literacia científica no que respeita à aquisição e compreensão de conceitos e de procedimentos; (ii) o desenvolvimento de algumas competências gerais.



Além do trabalho experimental, a utilização das TIC tem sido incentivada no ensino das ciências. Actualmente, a integração curricular das TIC é encarada como algo enriquecedor das actividades experimentais, defendendo-se que o trabalho experimental suportado por ferramentas TIC apresenta várias vantagens, tais como: proporcionar uma melhoria da aprendizagem dos alunos, nomeadamente ao nível da compreensão de fenómenos ou modelos mais complexos; aumentar a motivação e o interesse dos alunos pelas actividades; desenvolver a sua autonomia, criatividade e pensamento crítico e promover o trabalho cooperativo e colaborativo (Morais & Paiva, 2007; Murphy & Greenwood, 1998). Acredita-se, assim, que esta integração pode reforçar o contributo para o desenvolvimento de competências e da literacia científica nos alunos. Pontes (2005) corrobora estas afirmações e distingue três categorias ao nível das funções formativas das TIC, relacionadas com o desenvolvimento de objectivos conceptuais, procedimentais e de atitude. No que concerne ao primeiro tipo de objectivos, as funções educativas a desenvolver são, principalmente, “facilitar o acesso à informação e favorecer a aprendizagem de conceitos” (p.4). Ao nível dos objectivos procedimentais, as funções a desenvolver com o uso das TIC correspondem à aprendizagem de procedimentos científicos e ao desenvolvimento de destrezas intelectuais. Por último, os objectivos de atitude estão relacionados com a motivação para a aprendizagem. É necessário, no entanto, mais investigação nesta área, com vista a tornar mais claro o papel das TIC.

O Decreto-Lei 6/2001, de 18 de Janeiro, que estabelece os princípios orientadores da organização e da gestão curricular do Ensino Básico, consagra o carácter obrigatório da componente experimental no ensino das ciências e a “valorização da diversidade de metodologias e estratégias de ensino e actividades de aprendizagem, em particular com recurso a tecnologias da informação e comunicação, visando favorecer o desenvolvimento de competências numa perspectiva de formação futura” (p.260). Neste sentido, recomenda-se que os professores de ciências, nas suas práticas, recorram a diferentes metodologias e estratégias, nomeadamente actividades experimentais, e que envolvam a criteriosa integração das TIC, para que os alunos aprendam melhor e se sintam continuamente motivados a aprender. Em particular, no Currículo Nacional referente ao 3º Ciclo do Ensino Básico, é enumerado um conjunto de acções com o recurso ao trabalho experimental e às TIC, a aplicar por cada professor, para a promoção do desenvolvimento de determinadas competências gerais (DEB, 2001a). A integração das TIC no processo de ensino-aprendizagem também constitui

um objectivo primordial no Plano Tecnológico da Educação, definido na Resolução do Conselho de Ministros n.º 137/2007, de 18 de Setembro, sendo defendido que “é uma condição essencial para a construção da escola do futuro e para o sucesso escolar das novas gerações de Portugueses” (p.6564).

Ao longo das Orientações Curriculares para as Ciências Físico-Naturais é igualmente sugerida a realização de diferentes tipos de actividades práticas e a utilização das TIC (DEB, 2001b). Estas Orientações encontram-se organizadas numa perspectiva de desenvolvimento de competências essenciais, encontrando-se claramente expresso que a passagem pela educação básica deve propiciar, através do desenvolvimento dessas competências, a cultura geral que se pretende que todos os cidadãos demonstrem na sua vida diária. Por competência, no Currículo Nacional, entende-se “o desenvolvimento integrado de capacidades e de atitudes que viabilizem a utilização dos conhecimentos em situações diversas, mais familiares ou menos familiares ao aluno” (DEB, 2001a, p.9). Ao assumir-se como tal, o conceito de competência aproxima-se da noção de literacia.

Contudo, apesar do acordo tácito, na comunidade educativa, de que o trabalho prático, nomeadamente o trabalho experimental, é importante, a sua implementação em Portugal não é uma prática generalizada e a própria prática tem sido questionada. Um estudo do Conselho Nacional de Educação (Valente, 1999) revelou que, das 96 escolas do 2º ciclo, 3º ciclo e secundárias inquiridas, a maioria realizava trabalho experimental apenas algumas vezes por ano, abaixo do pretendido pelos seus professores. As escolas justificaram a não realização de mais actividades deste tipo com a falta de instalações apropriadas e de equipamentos; a falta de tempo, dado os programas serem muito extensos; e a falta de espaço, dado as turmas serem demasiado grandes. Já anteriormente Miguéns (1991) tinha referido dois estudos, um promovido pelo Gabinete de Estratégia e Planeamento (GEP) e outro coordenado por si no distrito de Portalegre, que mostravam que “a maioria dos professores usa menos de 40% do tempo das aulas de ciências com trabalhos práticos” (p.40).

Matos (2001), ao analisar estudos realizados por Ruivo (1994) e Almeida (1995), comenta que o pouco trabalho prático realizado é aplicado muitas vezes apenas como meio de recolha de dados e de informações factuais e que, frequentemente, os alunos têm dificuldade em compreender por que razão estão a realizar as actividades e qual a sua utilidade. Segundo Santos (2002), a maioria dos autores afirma que, no actual ensino das ciências, o trabalho prático que se realiza caracteriza-se maioritariamente

pela realização de actividades fechadas onde o contexto, os materiais a utilizar e os procedimentos a realizar são apresentados nos manuais ou fornecidos pelo professor. Nesta situação, os alunos desempenham o mero papel de executantes de protocolos para confirmação de dados e teorias, não desenvolvendo as competências que o trabalho prático permite desenvolver e que estão consignadas no currículo actual. Trata-se, portanto, de actividades do tipo “receita”, que conduzem, sobretudo, ao desenvolvimento de competências de baixo nível de exigência conceptual.

Estes dados vão ao encontro dos resultados obtidos em estudos internacionais como o que foi realizado por Hodson (1990), no qual alertou para o facto do trabalho prático estar a ser mal concebido e a ser aplicado de forma confusa e improdutiva, não se estando a traduzir a sua utilização em qualquer mais-valia. Tendo como referência a caracterização realizada por Hodson em 1990 e as descrições mais recentes apresentadas na literatura nacional de especialidade, poder-se-á admitir que o trabalho experimental realizado em Portugal precisa ser melhorado, diversificado e actualizado.

Uma forma de alcançar os objectivos pretendidos poderá passar pela implementação de mais e melhor trabalho experimental no ensino das ciências, em particular de trabalho experimental de investigação. Esta modalidade envolve a identificação de problemas e a sua resolução e confere grau de liberdade aos alunos para tomarem decisões, em pequenos grupos e/ou grupo turma, ao nível da formulação de problemas, da escolha de materiais e equipamentos a utilizar, dos procedimentos a realizar, das variáveis a controlar e dos registos a efectuar. Assim, os alunos têm oportunidade de desenvolver competências dos domínios do conhecimento substantivo e processual e do raciocínio, identificando problemas, colocando hipóteses, planeando e aplicando procedimentos experimentais, registando e interpretando dados e inferindo possíveis conclusões, aumentando a sua literacia científica (Miguéns, 1999; Santos, 2002).

A utilização de ferramentas TIC nas actividades experimentais poderá constituir uma mais-valia no sentido de se promover a obtenção, pelos alunos, de resultados ainda mais satisfatórios com o consequente desenvolvimento de competências. Entre os recursos TIC com aplicação no trabalho experimental encontram-se os Sistemas de Aquisição e Tratamento de Dados (SATD), uma ferramenta que tem vindo a ganhar relevo em ciências, porque permite que os alunos: (i) compreendam os conceitos mais facilmente graças à observação directa e em tempo real dos dados; (ii) trabalhem colaborativamente com base nos dados obtidos e nos resultados esperados; (iii) foquem

a sua atenção na recolha de dados e na representação gráfica que vai surgindo, dispendendo mais tempo na discussão do significado dos resultados, no estabelecimento de relações entre as variáveis, na previsão dos resultados e no planeamento de novas actividades experimentais, uma vez que estes dispositivos fornecem logo os dados na forma de tabelas ou gráficos, não perdendo os alunos tempo na sua recolha (Bettencourt, 1994; Deane, Hennessy & Ruthven, 2006; Rabaçal, Serra, Jesuino, & Girão, 2001). Isto não significa, no entanto, que deva deixar-se de realizar o trabalho prévio “convencional” de construção de gráficos. Deve continuar-se a investir na sua elaboração, sobretudo quando ainda se verificarem situações de alunos que demonstram dificuldades a este nível.

A fácil manipulação destes sistemas e o acompanhamento, em tempo real, do desenvolvimento de um dado fenómeno através do monitor do computador e/ou da calculadora gráfica, encorajando a reformulação das hipóteses formuladas inicialmente, constituem outros pontos fortes desta ferramenta (Choo, 2005; Gipps, 2001; Newton, 2000; Stein, Nachmias, & Friedler, 1990). A possibilidade de investigar várias variáveis em simultâneo, permitindo diferentes níveis de complexidade na investigação, é outra potencialidade dos SATD com implicações no desenvolvimento de actividades experimentais (Newton, 1998).

A utilização dos SATD conduz, também, a um maior envolvimento dos alunos na consecução das tarefas solicitadas, mostrando-se mais atentos, interessados e participativos, porque têm um papel activo em todo o processo, manipulando recursos tecnológicos e materiais de laboratório.

### ***1.1.3. Aprendizagem por Problemas no Trabalho Experimental em Ciências***

O trabalho experimental de investigação envolve a resolução de problemas e pressupõe que os alunos trabalhem cooperativa e colaborativamente. Tendo em conta que a Aprendizagem por Problemas (APP) constitui um método de ensino-aprendizagem centrado no aluno, no qual eles trabalham colaborativamente, em grupos tutoriais, no processo de resolução de problemas, a APP pode constituir uma forma de operacionalizar o trabalho experimental de investigação (Barrows, 2006).

Na APP, o professor deixa de ser o transmissor de saber e passa a desempenhar o papel de tutor, orientando as discussões que vão ocorrendo nos diferentes grupos. Os

alunos são os responsáveis pela sua aprendizagem, “limitando-se” o professor a auxiliar essa aprendizagem, sem constituir uma fonte primária de informações nem fornecer a solução dos problemas (Hmelo-Silver & Barrows, 2006). Os alunos começam por ser confrontados com situações-problema do quotidiano como forma de motivação e como ponto de partida para a procura das informações necessárias à compreensão do mecanismo responsável por esses problemas, numa tentativa de dar-lhes resposta. Seguidamente, são conduzidos a enunciarem e analisarem o problema, bem como a formularem hipóteses, pesquisarem informações autonomamente, agirem e reflectirem sobre os dados/resultados (Hmelo-Silver, 2004).

Segundo Bridges (1992), os alunos sujeitos a actividades concebidas e implementadas de acordo com os pressupostos da Aprendizagem por Problemas, mostram-se mais interessados e motivados, tendem a tentar compreender o significado dos fenómenos e dos conceitos em estudo, em vez de se limitarem a decorar e reproduzir o que é referido pelo professor, e revelam uma melhoria do desempenho académico, bem como das capacidades de resolução de problemas e de trabalhar em grupo. Hoffman e Ritchie (1997) reiteram as vantagens enumeradas e afirmam que a APP facilita o desenvolvimento de competências dos domínios cognitivo e de raciocínio e aumenta a motivação dos alunos.

Em suma, a implementação de actividades experimentais de investigação envolvendo SATD poderá ser uma forma de operacionalizar mais facilmente a integração das TIC no trabalho experimental e de alcançar os objectivos pretendidos.

Face aos resultados das investigações, à actualidade do tema e às dificuldades que se estão a sentir, pretende-se com este estudo averiguar se a implementação de trabalho experimental de investigação envolvendo SATD pode contribuir para uma melhoria do desempenho dos alunos ao nível do desenvolvimento de competências dos domínios cognitivo substantivo e processual, do raciocínio e das atitudes e ao nível da própria realização de actividades experimentais.

Assim, o presente estudo pretende ser mais um contributo no âmbito da implementação do trabalho experimental suportado por SATD nas Ciências Naturais. Esta investigação assume ainda particular importância dada a escassez de estudos a nível nacional sobre os efeitos da implementação dos SATD no trabalho experimental realizado no ensino das Ciências Naturais no desenvolvimento de competências dos domínios cognitivo, do raciocínio e das atitudes nos alunos. Através deste estudo,

pretende-se, também, fornecer aos professores indicações sobre de que modo é possível implementar trabalho experimental com SATD nas condições regulares da escola, contribuindo assim para a disseminação e aumento das actividades experimentais em Ciências Naturais.

## **1.2. Problema e Objectivos do Estudo**

Os estudos nacionais e internacionais realizados têm evidenciado as vantagens associadas ao trabalho experimental, nomeadamente quando suportado pelas TIC. Contudo, o trabalho experimental que se tem realizado em Portugal a nível do 3º ciclo do ensino básico é em geral pobre, apesar das inúmeras iniciativas, revelando os alunos fraco desempenho ao nível da literacia científica e da resolução de problemas.

Deste modo, impõe-se a necessidade de implementar, no ensino das Ciências Naturais, modalidades de trabalho experimental que promovam o desenvolvimento de competências associadas à literacia científica e à capacidade de resolução de problemas. O trabalho experimental de investigação e a utilização das TIC, nomeadamente dos SATD, poderão concorrer para alcançar estes objectivos, tendo em conta as potencialidades e implicações descritas na literatura de especialidade. Uma vez que o trabalho experimental de investigação implica a resolução de problemas e pressupõe o trabalho cooperativo e colaborativo entre os alunos, a concepção e implementação de actividades experimentais seguindo os princípios da Aprendizagem por Problemas poderá ajudar a operacionalizar o trabalho experimental de investigação.

Face ao exposto, enunciou-se o seguinte problema de estudo: Que mudanças ocorrem a nível das competências dos alunos e do ambiente de aprendizagem gerado quando se realizam actividades experimentais de investigação com SATD? Este problema operacionalizou-se segundo os seguintes objectivos:

- (i) Identificar os efeitos, nos alunos, ao nível do desenvolvimento de competências dos domínios do conhecimento substantivo e processual, do raciocínio e das atitudes quando é implementada uma metodologia de trabalho experimental de investigação com recurso a SATD.
- (ii) Descrever o ambiente de aprendizagem gerado quando é seguido um ensino experimental das Ciências Naturais com SATD.

Relativamente ao primeiro objectivo enunciou-se a seguinte hipótese nula ( $H_0$ ): não há diferenças estatisticamente significativas entre o desempenho de alunos que tenham sido sujeitos a trabalho experimental de investigação com SATD e o desempenho de alunos que tenham sido sujeitos a trabalho experimental de investigação sem SATD.

A concretização dos objectivos enunciados implicou uma pesquisa prévia de literatura, procurando interligar as temáticas de trabalho experimental em ciências, integração curricular das TIC, Sistemas de Aquisição e Tratamento de Dados (SATD) e aprendizagem por problemas.

### **1.3. Organização da Dissertação**

A dissertação, além deste capítulo de Introdução, encontra-se estruturada em quatro capítulos: o Capítulo II é dedicado ao enquadramento teórico da temática abordada no estudo, dando uma perspectiva da literatura consultada e considerada relevante para a concretização desta investigação. Neste sentido, aborda-se o trabalho experimental no ensino das ciências, a integração curricular das TIC no ensino das ciências, em particular o papel dos Sistemas de Aquisição e Tratamento de Dados (SATD), e a aprendizagem por problemas (APP).

O Capítulo III inclui a apresentação e justificação da metodologia utilizada neste estudo, encontrando-se dividido em cinco partes: na primeira apresentam-se e justificam-se as opções metodológicas; na segunda caracterizam-se os participantes do estudo e enumeram-se os critérios utilizados na sua selecção; na terceira parte descrevem-se as técnicas e os instrumentos de recolha de dados; na quarta expõem-se as etapas e os procedimentos do estudo; e por fim, referem-se os procedimentos adoptados para o tratamento e análise dos dados.

No quarto capítulo são apresentados, analisados e discutidos os resultados da investigação, em função dos objectivos do estudo.

No quinto e último capítulo apresentam-se as conclusões desta investigação, tendo em conta os resultados obtidos, o problema e objectivos inicialmente definidos e o enquadramento teórico efectuado. São ainda abordadas as implicações e limitações do estudo e apresentam-se sugestões para futuras investigações.

No final desta dissertação constam as referências bibliográficas. Relativamente aos anexos (documentos elaborados para a consecução desta investigação), dado o

elevado número de documentos a incluir, decidiu-se que, na versão impressa, apenas figurariam os questionários aplicados (Pré e Pós-Teste e Questionário de Opinião) e as fichas de trabalho relativas às actividades planificadas para os Grupos Controlo e Experimental. No CD-ROM apenso à dissertação, figuram os restantes anexos (notas de campo dos observadores participante e não participante, transcrições dos registos áudio das aulas gravadas, critérios de correcção do pré e pós-teste e resultados, organizados em tabelas, relativos ao tratamento estatístico dos dados obtidos com a aplicação do pré e do pós-teste). Estão também incluídos dois apêndices (documentos utilizados no âmbito desta dissertação mas que não foram construídos pela investigadora).





## II. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo apresentam-se os fundamentos teóricos que serviram de base à contextualização do estudo, à definição do problema e dos objectivos da investigação e sua ulterior abordagem. Tais fundamentos encontram-se enquadrados no presente capítulo segundo quatro sub-capítulos.

O primeiro foca o trabalho experimental (TE) no ensino das ciências. Começa-se por clarificar o conceito de trabalho experimental e discutir as suas potencialidades educativas. São ainda descritas as diferentes modalidades consideradas na literatura e apresentada uma visão geral sobre o modo como o trabalho experimental tem sido implementado nas aulas de Ciências, com especial enfoque na situação actual relativamente ao seu grau de implementação e modalidades utilizadas.

O segundo subcapítulo diz respeito à integração curricular das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no ensino das ciências. Em primeiro lugar, aborda-se o conceito de integração curricular das TIC e descreve-se sucintamente o modo como essa integração teve início e como tem sido efectivada no nosso país. Após este enquadramento, discute-se as potencialidades e implicações da utilização das TIC no ensino das ciências e o contributo que esta utilização no trabalho experimental pode representar na melhoria da qualidade do processo de ensino-aprendizagem e no desenvolvimento mais célere das competências consignadas na área curricular das Ciências Naturais.

No terceiro subcapítulo são abordados os Sistemas de Aquisição e Tratamento de Dados (SATD) como ferramentas TIC com aplicação no trabalho experimental. Discute-se o que este tipo de tecnologia pode trazer de inovador ao trabalho experimental, sendo referenciados resultados de estudos realizados acerca do seu interesse e utilidade no ensino das Ciências, bem como as potencialidades, implicações e limitações/constrangimentos associados à sua utilização. Enumeram-se ainda algumas condições a ter em conta na implementação de actividades com SATD.

O último subcapítulo é dedicado à Aprendizagem por Problemas (APP). Inicialmente apresenta-se a origem da APP e explicitam-se as suas principais características. Prossegue-se com a referência aos objectivos da APP e discutem-se os referenciais a ter em conta para a sua operacionalização. Neste contexto, aborda-se a construção de problemas, as sessões tutoriais, os grupos tutoriais e o papel do tutor. São

discutidas, ainda, as potencialidades e implicações da planificação e implementação de actividades seguindo os princípios da APP, nomeadamente actividades experimentais, e enumerados alguns problemas associados à APP na sala de aula.

## **2.1. Trabalho Experimental no Ensino das Ciências**

O conceito de trabalho experimental não tem reunido consenso entre os diferentes autores, sendo os termos “trabalho laboratorial”, “trabalho prático”, “actividades laboratoriais” e “actividades experimentais” frequentemente utilizados como sinónimos.

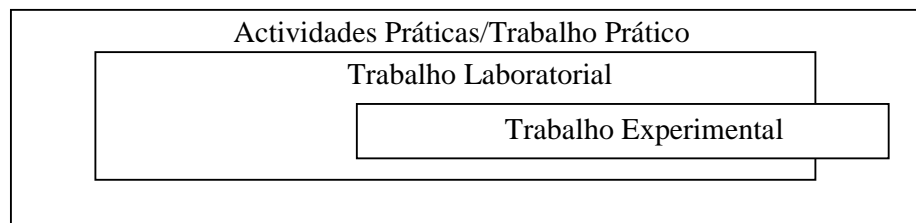
Hodson (1988, 1994, 2001) distingue estes termos e afirma que o trabalho prático inclui todas as situações que impliquem o envolvimento activo do aluno nos domínios psicomotor, cognitivo e afectivo. Assim, de acordo com esta definição, o âmbito do trabalho prático é consideravelmente abrangente e engloba os trabalhos laboratorial, experimental e de campo, a resolução de exercícios ou de problemas de papel e lápis, a realização de entrevistas, a pesquisa de informação através da Internet, entre outros.

Quanto ao trabalho laboratorial/actividade laboratorial, este mesmo autor afirma que corresponde a actividades que envolvem a utilização de materiais de laboratório, enquanto o trabalho experimental inclui actividades que abrangem o controlo e a manipulação de variáveis. Tais actividades podem ser laboratoriais, de campo, de modelação e de simulação, entre outras. Combinando os critérios considerados é possível planear, por exemplo, actividades laboratoriais do tipo experimental, que requerem, simultaneamente, o recurso a material de laboratório e o controlo e manipulação de variáveis.

Com base nos trabalhos de Hodson já referidos, Leite (2001) exclui igualmente a possibilidade de os termos “trabalho laboratorial” e “trabalho prático” serem utilizados indistintamente, uma vez que nem todo o trabalho prático se realiza no laboratório. Relativamente ao trabalho experimental defende que este corresponde a um caso particular de trabalho prático, que implica a manipulação de variáveis e que pode decorrer em locais distintos, tais como no laboratório ou no campo.

Para Santos (2002), o trabalho experimental também se inclui no trabalho prático e pode ser ou não laboratorial. Esta autora representa a relação entre o trabalho

prático, trabalho experimental e trabalho laboratorial, conforme esquematizado na Figura 1.



*Figura 1. Relação entre Trabalho Prático, Laboratorial e Experimental (Santos, 2002, p.38).*

Pela observação da Figura 1, conclui-se que assim como “nem todo o trabalho prático é trabalho de laboratório, nem todo o trabalho laboratorial é experimental” (Santos, 2002, p.38) e nem todo o trabalho experimental é laboratorial, uma vez que não tem de ser necessariamente realizado em laboratório. Para esta autora, “trabalho experimental é aquele que é baseado na experiência, no acto ou efeito de experimentar, ou no conhecimento adquirido pela prática” (Santos, 2002, p.38).

Em suma, segundo estes autores, por trabalho experimental entende-se actividades que implicam simultaneamente o acto de experimentar e o controlo e manipulação de variáveis e que podem ter lugar em diferentes locais, tais como no laboratório ou no campo.

### ***2.1.1. Potencialidades do Trabalho Experimental no Ensino das Ciências***

A literatura da especialidade é rica em argumentos e justificações para a realização de trabalho prático/experimental/laboratorial no ensino das ciências. Tamir (1991) invocou cinco razões para a realização deste tipo de actividades:

- facilitam a compreensão de conceitos complexos na área da Ciência;
- permitem adquirir práticas e técnicas e desenvolver atitudes científicas;
- possibilitam a manipulação de materiais e a interiorização de conteúdos, além de estimularem a criatividade e a aprender a aprender;
- permitem a identificação das concepções alternativas dos alunos;
- proporcionam um ambiente agradável e propício ao trabalho, motivando os alunos para as aprendizagens em ciência.

O mesmo autor considerou que estas razões tinham correspondência na “taxonomia” previamente proposta por Hodson (1990) em que os objectivos para o trabalho prático são, em geral, enquadrados em cinco grupos: a) compreensão de conceitos; b) desenvolvimento de hábitos e capacidades; c) desenvolvimento de capacidades como planificação de experiências ou análise e interpretação de dados; d) apreciação da natureza da ciência; e) desenvolvimento de atitudes.

A este respeito, Lunetta (1991) referiu finalidades dos domínios cognitivo e prático. No domínio cognitivo incluiu as seguintes: promover o desenvolvimento intelectual, realçar a aprendizagem de conceitos científicos, desenvolver capacidades de resolução de problemas, desenvolver o pensamento crítico e aumentar a compreensão da ciência e dos métodos científicos. Ao nível do domínio prático considerou as seguintes finalidades: desenvolver capacidades de investigação, de recolha de dados, de comunicação e de trabalho cooperativo e colaborativo.

Para Lopes (1994), o trabalho experimental corresponde a uma actividade que necessita ser adaptada aos objectivos e ao contexto educativo e que pode desenvolver nos alunos capacidades e atitudes, como:

- 1 – Resolução de problemas em ciência, transferíveis para a vida quotidiana, tais como: definição de problemas; espírito criativo, nomeadamente a formulação de hipóteses; observação; tomada de decisão (...); espírito crítico; curiosidade; responsabilidade; autonomia e persistência.
- 2 – Familiarizar os alunos com as teorias, natureza e metodologia da ciência e ainda a inter-relação Ciência/Tecnologia/Sociedade.
- 3 – Levantar concepções alternativas do aluno e promover o conflito cognitivo com vista à mudança conceptual.
- 4 – Desenvolver no aluno o gosto pela ciência, em geral, e pela disciplina e/ou conteúdos, em particular.
- 5 – Desenvolver no aluno capacidades psicomotoras, com vista à eficácia de execução e rigor técnico nas actividades realizadas.
- 6 – Promover no aluno atitudes de segurança na execução de actividades de risco, transferíveis para a vida quotidiana.
- 7 – Promover o conhecimento do aluno sobre material existente no laboratório e associá-lo às suas funções.
- 8 – Proporcionar ao aluno a vivência de factos e fenómenos naturais.
- 9 – Consciencializar o aluno para intervir, esclarecidamente, na resolução de problemas ecológicos/ambientais.
- 10 – Promover a sociabilização do aluno (participação, comunicação, cooperação, respeito, entre outras) com vista à sua integração social. (p.49)

Num artigo posterior, Hodson (1996) defendeu que o trabalho prático no ensino das ciências, no qual se inclui o trabalho experimental, deve ser reconceptualizado, de forma a alcançar-se as seguintes finalidades: (i) Aprender Ciências – ao nível dos domínios do conhecimento conceptual e teórico; (ii) Aprender sobre Ciências – compreendendo a natureza da Ciência e os seus métodos, bem como tomando consciências das relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), (iii) Aprender a fazer Ciência – através do desenvolvimento de competências de investigação científica e de resolução de problemas.

Ao estudar os motivos para realizar actividades práticas, Wellington (2000) obteve uma grande variedade de respostas por parte dos 48 professores envolvidos numa investigação. Entre os objectivos enumerados constavam: compreender melhor a teoria, consolidar conhecimentos teóricos, tornar a teoria mais visível e acessível aos alunos, desenvolver capacidades de manipulação, desenvolver capacidades práticas, aprender a planear e observar, tornar as aulas mais interessantes, tornar os tópicos mais agradáveis e estimular o interesse e a variedade.

Mais recentemente, o estudo desenvolvido por Pires (2005) vem corroborar as potencialidades enumeradas anteriormente. Esta investigadora, na tentativa de compreender o contributo da implementação do trabalho experimental no ensino das ciências para o desenvolvimento de competências essenciais, tendo em vista o desenvolvimento global do aluno, realizou um estudo com duas turmas do 1º CEB de Lisboa. Os resultados mostraram, para os alunos envolvidos no estudo, que as actividades experimentais realizadas tinham contribuído para o desenvolvimento:

- (i) de competências específicas de Estudo do Meio e de literacia científica no que diz respeito à aquisição e compreensão de conceitos e procedimentos (conhecimento substantivo e processual); (ii) de competências gerais, uma vez que os alunos mobilizaram saberes para compreender a realidade; usaram adequadamente uma linguagem científica para se expressar; usaram a Língua Portuguesa para comunicar e para estruturar pensamento próprio; pesquisaram, seleccionaram e organizaram informação transformando-a em conhecimento mobilizável; realizaram actividades de forma autónoma e responsável e cooperaram com os outros em tarefas e projectos comuns. (p. ii)

De acordo com Morais e Paiva (2007) o trabalho experimental permite familiarizar os alunos com a relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) e proporcionar-lhes a:

vivência de factos e fenómenos naturais, assim como consciencializá-los para intervir, esclarecidamente, na resolução de problemas ecológicos/ambientais, ao mesmo tempo que se promove a socialização com vista a uma melhor integração social, são também objectivos fundamentais inerentes à realização de trabalho experimental. (p.103)

Face ao exposto, a realização de trabalho experimental parece constituir uma estratégia de ensino-aprendizagem que pode contribuir para facilitar a compreensão de conceitos e fenómenos complexos (competências do domínio do conhecimento substantivo), adquirir e compreender procedimentos (competências do domínio do conhecimento processual), desenvolver competências investigativas e de resolução de problemas (competências do domínio do raciocínio) e fomentar o interesse e a motivação dos alunos pela disciplina de Ciências Naturais (competências do domínio das atitudes). Desta forma, poderá ajudar a desenvolver, nos alunos, competências associadas à literacia científica e à resolução de problemas.

### ***2.1.2. Modalidades de Trabalho Experimental***

O trabalho experimental pode ser operacionalizado, em contexto escolar, segundo diferentes abordagens e actividades, de acordo com os objectivos que se pretende atingir.

Woolnough e Allsop (1985) propõem três tipos de actividades de natureza prática<sup>1</sup>: exercícios, experiências e investigações. Ao realizar um *exercício*, os alunos seguem os procedimentos e instruções indicados numa ficha. Neste caso, os exercícios de observação, medição e manipulação podem contribuir para o desenvolvimento de competências de conhecimento substantivo e processual e familiarizar os alunos em técnicas de investigação científica.

As *experiências* são pequenas actividades experimentais exploratórias, simples e de rápida execução, que permitem aos alunos observar, compreender e discutir um determinado fenómeno ou acontecimento. A sua importância é frequentemente subestimada, mas alguns minutos experienciando um certo fenómeno, dando tempo para pensar e discutir sobre ele, representa uma experiência simples mas inestimável.

As *investigações* fomentam o desenvolvimento da capacidade de abordar e resolver problemas e correspondem à modalidade que se aproxima mais do modo como

---

<sup>1</sup> De acordo com a literatura referida no ponto 2.1, podem incluir actividades de natureza experimental.

se trabalha em Ciência, pelo que muitos investigadores em educação designam esta modalidade de *trabalho experimental de investigação*. Podem ser realizadas individualmente ou em pequenos grupos e requerem que os alunos reconheçam os problemas em estudo como problemas reais. Este tipo de trabalho permite que os alunos sejam envolvidos no planeamento e execução de uma experiência, nomeadamente no controlo e manipulação de variáveis, e na interpretação dos resultados obtidos. Woolnough e Allsop (1985) enunciam as seguintes potencialidades que esta modalidade de trabalho experimental apresenta:

encorajar e levar os alunos a desenvolver diversos, e por vezes inesperados, talentos de originalidade, criatividade, autonomia, e ajudar – consequentemente – a desenvolver aqueles aspectos afectivos de auto-realização, autoconfiança, perseverança e empenhamento que são tão importantes nos aspectos mais amplos de uma educação em geral. (p.53)

Como modalidades complementares das anteriores, Woolnough e Allsop (1985) apontam as demonstrações e os estudos de campo.

As *demonstrações* são realizadas pelo professor para um grupo de alunos, podendo envolver ou não alguma discussão sobre o que vai sendo feito e sobre os conceitos envolvidos. Esta modalidade é particularmente necessária e desejável quando as actividades a realizar envolvem custos de realização elevados e procedimentos perigosos (Almeida, 2001; Cachapuz, 1989; Woolnough & Allsop 1985).

Os *estudos de campo* constituem actividades de natureza experimental que decorrem fora do recinto escolar, como num jardim ou num parque natural. Os alunos têm a oportunidade de observar, explorar, recolher material e dados e experimentar no terreno, tal como um ecólogo ou geólogo faz no seu dia-a-dia (Miguéns, 1991).

As *experimentações de descoberta guiada* aparecem referenciadas como uma outra modalidade de trabalho prático, na qual os alunos realizam procedimentos previamente definidos (pelo professor, no livro de texto) em direcção à resposta certa (Lunetta, 1991; Miguéns, 1991). A natureza convergente e altamente estruturada destas actividades conduz os alunos no sentido de encontrarem a resposta correcta (Wellington, 1981) e a sua aplicação é adequada em alunos pouco experientes e ainda com poucas competências em trabalho experimental. Embora esta modalidade corresponda à maior parte das actividades práticas sugeridas nos manuais escolares, não potencia o desenvolvimento de muitas das competências previstas nas orientações



curriculares, pois correspondem à mera aplicação de “receitas” para observação de um determinado resultado pré-definido.

Bonito e Trindade (1998) distinguiram cinco tipos de actividades práticas: ao Tipo I correspondem as actividades ligadas ao desenvolvimento de habilidades psicomotoras, ao Tipo II actividades de verificação de conceitos ou princípios, ao Tipo III actividades relacionadas com a descoberta de um conceito ou princípio, ao Tipo IV actividades de resolução de problemas (orientada) e ao Tipo V actividades de resolução de problemas (autónoma).

Mais recentemente, Leite (2000) definiu as modalidades de trabalho prático em função do grau de controlo das actividades pelo professor, tendo delineado seis tipologias: demonstrações, actividades de inquérito, actividades de aquisição de técnicas, simulações e investigações.

As *demonstrações* são actividades fechadas, fortemente estruturadas e caracterizadas por um forte controlo do professor na sua planificação e execução. Constituem actividades complementares à transmissão de conhecimentos efectuada pelo professor e são realizadas com o objectivo de demonstrar, ilustrar ou verificar conceitos/conteúdos transmitidos, ajudando os alunos a estabelecerem ligações entre a realidade e as teorias abstractas (Almeida, 2001; Cachapuz, 1989; Woolnough & Allsop 1985). Com as demonstrações pretende-se desenvolver uma atitude crítica face às teorias, auxiliando a sua compreensão, confirmar factos e princípios anteriormente leccionados, desenvolver capacidades de observação, descrição e raciocínio lógico e fomentar o interesse dos alunos (Castro, 1993)

As *actividades de inquérito* podem ser mais ou menos estruturadas, sendo concedida uma certa liberdade de exploração ao aluno (inquérito orientado), ou, pelo contrário, o aluno ser guiado pelo professor e pelos manuais (inquérito estruturado) (Lunetta, 1998). Miguéns (1991) afirma que nas actividades de inquérito fortemente estruturadas, os alunos executam procedimentos pré-definidos, sendo algo artificial que leva alguns alunos a desmotivarem-se. Já nas actividades de inquérito orientado, os alunos concebem procedimentos experimentais a partir do problema e dos materiais fornecidos.

As *actividades de aquisição de técnicas* são, por vezes, designadas por “treinar e praticar”<sup>2</sup>, reflectindo a sua própria natureza e finalidade. São actividades relativamente

---

<sup>2</sup> Do inglês *drill and practice*.

simples que envolvem a repetição de determinada tarefa ou de conceitos aprendidos previamente, como por exemplo o uso adequado do microscópio que implica a memorização de normas e regras de uso deste instrumento assim como de rotinas de natureza psicomotora. (Woolnough & Allsop, 1985).

As *simulações* são representações ou modelos do mundo real. Podem revestir-se de diferentes formatos, apoiados em diferentes suportes, nomeadamente o digital. As simulações computacionais quando aplicadas ao processo de ensino-aprendizagem da ciência permitem que os alunos alterem as variáveis em jogo de acordo com hipóteses por eles formuladas e observem as consequências de tais manipulações na situação em estudo. Através destas simulações os alunos experimentam situações virtuais que são difíceis senão mesmo impossíveis de gerar em contexto de sala de aula (Chagas, 1993).

Esta modalidade de trabalho experimental permite, assim, aos alunos executar experiências que de outro modo não poderiam concretizar, uma vez que envolvem problemas ou modelos complexos, perigosos, caros, demasiado grandes ou pequenos e que consomem muito tempo ou material.

Atendendo a Hofstein e Lunetta (1991), as simulações proporcionam situações através das quais os alunos confrontam as suas ideias prévias com modelos da realidade, resolvem problemas, tomam decisões e observam efeitos das manipulações que exercem nas variáveis envolvidas. Ao referir-se a este tipo de actividades Hodson (2000) acrescenta que a sua realização facilita a compreensão de um terminado fenómeno e dos conceitos a ele subjacentes, uma vez que os alunos dispõem de mais tempo para a manipulação das variáveis e observação dos resultados. Além disso, desenvolvem competências de raciocínio, envolvendo o planeamento e concepção de experiências e de atitudes ao reconhecer que aprender ciência implica reflexão e experimentar técnicas que umas vezes funcionam e outras vezes falham.

Associadas às simulações computacionais estão as aplicações de modelação que permitem aos alunos construir simulações de fenómenos naturais com base em modelos pré-estabelecidos ou nos dados obtidos através das suas investigações.

As *investigações* são encaradas como a modalidade de trabalho experimental que mais competências permite desenvolver, sendo a sua utilização fortemente incentivada. São:

actividades práticas de resolução de problemas, nas quais os alunos usam e desenvolvem conhecimentos a nível conceptual e procedimental, identificando um problema, planeando e desenhando um método ou estratégia, conduzindo os

testes e a experimentação, registando e interpretando dados, chegando a possíveis conclusões e comunicando resultados, sob orientação e supervisão do professor, mas com um progressivo grau de abertura e autonomia. (Miguéns, 1999, p.77)

Wellington (1994) descreve diferentes graus de estruturação e orientação na realização deste tipo de trabalho experimental que vão desde a quase ausência até a elevados graus de estruturação e orientação, pelo professor, com a consequente variação de autonomia e controlo pelo aluno. De uma maneira geral começa-se com actividades mais estruturadas para alunos inexperientes em trabalho experimental ou em níveis de escolaridade mais baixo. Progressivamente o grau de estruturação pode ser diminuído à medida que os alunos vão adquirindo as competências necessárias para um trabalho mais autónomo.

Sacadura (2001), citando Lunetta (1998), define quatro fases fundamentais durante a realização de uma investigação pelos alunos:

*planeamento e concepção*, os alunos formulam as questões a investigar, prevêem resultados, equacionam hipóteses a testar e concebem procedimentos experimentais;

*desenvolvimento*, os alunos conduzem a investigação, aplicam procedimentos experimentais, tomam decisões sobre as técnicas de investigação, observam e recolhem dados;

*análise e interpretação*, os alunos processam os dados, explicam relações, desenvolvem generalizações, examinam a validade dos dados, assinalam considerações e limitações e formulam novas questões com base nos dados recolhidos;

*aplicação*, os alunos prevêem e planeiam a utilização ou aplicação do conhecimento adquirido a novas situações.

Com o objectivo de comparar a eficácia de duas estratégias de ensino no laboratório – estratégia investigativa *versus* ilustrativa – Cardoso e Sequeira (2000), realizaram um estudo quasi-experimental com 41 alunos do 11º de escolaridade, pertencentes a duas turmas, sendo 19 alunos da turma sujeitos à estratégia investigativa e 22 sujeitos à estratégia ilustrativa (experimentação de descoberta guiada). Os resultados obtidos permitiram verificar que a estratégia investigativa foi mais eficaz na aprendizagem cognitiva global e na aprendizagem ao nível da compreensão processual e

que ambas as estratégias revelaram igual eficácia ao nível da compreensão conceptual e do desenvolvimento de atitudes.

Santos (1999), incidiu a sua atenção, fundamentalmente, na análise/compreensão das vantagens e dificuldades apresentadas pelos alunos ao realizarem trabalho experimental de investigação em laboratório e na compreensão do efeito do trabalho experimental de investigação no desenvolvimento de competências científicas. Neste contexto, realizou um estudo numa turma de alunos do 12º ano de escolaridade, que efectuaram três trabalhos experimentais de investigação em Biologia. Os resultados obtidos permitiram-lhe atribuir diversas potencialidades a este tipo de trabalho experimental, tais como: aprendizagem e consolidação de conhecimentos, desenvolvimento de competências investigativas e de resolução de problemas, desenvolvimento do pensamento crítico, desenvolvimento de competências transversais (espírito de iniciativa, perseverança, criatividade, sentido de organização, autonomia, responsabilidade, capacidade de trabalhar em grupo, capacidade de comunicar) e aumento da motivação.

No mesmo estudo, encontram-se ainda referenciadas dificuldades experimentadas pelos alunos durante a aplicação de actividades deste tipo: (i) seleccionar e formular um problema e uma hipótese; (ii) reconhecer o enunciar de um problema e a investigação como processos que envolvem o estabelecimento de relações entre variáveis; (iii) identificar as variáveis a controlar; (iv) identificar/reconhecer a necessidade ou as vantagens da medição e quantificação das variáveis em estudo; (v) planear uma experiência que permita testar a hipótese formulada, (vi) interpretar os resultados e tirar conclusões; (vii) organizar um plano experimental; (viii) gerir o tempo; (ix) trabalhar em grupo. Consoante estas dificuldades, o professor, segundo a autora, deve adoptar um papel mais ou menos activo, permanecendo atento aos comportamentos dos alunos nos grupos, ajudando-os sempre que necessário. Esta ajuda pode ser feita através de diálogos e questionamentos sobre aspectos em que os alunos demonstram dificuldade, como a definição do problema, a identificação e controlo das variáveis e a apresentação e discussão dos resultados obtidos. Estas dificuldades revelam, da parte dos alunos, uma fraca capacidade de resolução de problemas e poucos hábitos de raciocínio lógico num quadro de actividade experimental de investigação.

### ***2.1.3. A Realidade do Trabalho Experimental no Ensino das Ciências***

É irrefutável que o trabalho experimental tem ocupado, desde sempre, um papel de destaque no ensino das ciências. No entanto, ao longo das últimas cinco décadas, o modo de olhar e aplicar o trabalho prático no ensino das ciências, no qual se insere a modalidade de trabalho experimental, tem evoluído, como consequência do desenvolvimento das Ciências de Educação, nomeadamente da Psicologia e da Sociologia educacionais, da Pedagogia e da Didáctica, assim como das mudanças que se têm operado na sociedade e que têm conduzido ao aparecimento de diferentes perspectivas de ensino.

Até 1960, o trabalho prático, nomeadamente o trabalho experimental, dominado por uma perspectiva de Ensino por Transmissão (EPT), encontrava-se centrado nos conteúdos, sendo a aquisição de conceitos a principal meta a atingir (Cachapuz, Praia & Jorge, 2000). As actividades práticas realizadas cingiam-se a demonstrações, nas quais os alunos se limitavam a seguir um protocolo, servindo como meio de ilustração e confirmação da informação previamente apresentada pelo professor (Woolnough, 1991).

Face à insatisfação com o carácter redutor com que o trabalho experimental estava a ser implementado, nos anos 1960 e 1970, foram desenvolvidos projectos, em vários países, para o ensino das ciências, tais como o Biological Sciences Curriculum Study (BSCS), o Physical Sciences Study Committee (PSSC) e o Nuffield. Estes projectos, em termos gerais, assentavam no processo de “inquérito” – pensar como um cientista e desenvolver o gosto da ciência pela ciência – que constituiu um dos pilares da concepção do Ensino por Descoberta (EPD), um ensino centrado no aluno como investigador, que segue no seu trabalho os diferentes passos do inquérito científico (Rosenthal, 1986). Como consequência desta mudança, passou a não interessar apenas a aquisição de conhecimento científico, mas também a aprendizagem do processo de inquérito científico (Klainin, 1988).

Contudo, apesar da implementação destes projectos, o papel do trabalho experimental, durante os anos 70, continuou a cingir-se, fundamentalmente, à promoção de uma aprendizagem conceptual, sendo utilizado, sobretudo, para treinar alunos nas técnicas laboratoriais pensando no seu futuro como cientistas e como uma estratégia de suporte à aquisição de conhecimento científico, potenciadora de um aumento da motivação e interesse dos alunos (Fensham, 1981).

Nas últimas três décadas, a ênfase na implementação de trabalho prático, nomeadamente experimental, no ensino das ciências, tem-se mantido como um dos pilares de todos os currículos. Todavia, e apesar das potencialidades descritas na literatura e das diferentes modalidades de TE existentes, estudos realizados, quer a nível nacional quer internacional, mostram que, por um lado, este tipo de actividades continua a ser pouco utilizado pelos professores de ciências e que, por outro lado, predominam as demonstrações, actividades práticas fechadas e fortemente estruturadas, utilizadas maioritariamente para ilustrar e confirmar teorias (Hodson, 1990; Hofstein & Lunetta, 2004; Miguéns, 1991; Oliveira, 1999).

Num estudo realizado com 44 professores de Biologia e Geologia, do ensino secundário, de catorze escolas da Grande Lisboa, Sacadura (2001) verificou que apenas uma baixa frequência desses professores realizavam actividades laboratoriais. Estes resultados vão ao encontro dos obtidos noutra investigação mais recente, efectuada por Caballero, Moreira e Saraiva-Neves (2006), que tinha como principais objectivos: (i) proceder a um levantamento do tipo de trabalho experimental que é, normalmente, aplicado em sala de aula, em algumas escolas portuguesas; (ii) identificar situações que favorecem a aprendizagem e situações cujo contributo para a aprendizagem de ciências é pobre. Participaram nove professores de Ciências Físico-Químicas, do Ensino Secundário, de 4 escolas de Lisboa e respectivos alunos do 10º e 12º ano de escolaridade, num total de 87. Como instrumentos de recolha de dados foram utilizados questionários, um dirigido aos professores e outro aos alunos, e realizadas entrevistas semi-estruturadas a 2 professores e a 5 alunos, para complementar os dados obtidos através das respostas dadas aos questionários. De acordo com as respostas obtidas, o trabalho experimental é implementado com pouca frequência, tendo 17% dos alunos referido nunca o ter realizado. Quando eram realizadas actividades deste tipo, a modalidade mais frequente era a demonstração com base em protocolos no livro de texto. O recurso a formas mais exigentes sob o ponto de vista de competências a desenvolver e mais inovadoras, recorrendo, por exemplo, ao uso dos SATD, quase não foram referidas, à excepção de duas docentes, que se encontravam a fazer investigação em Ciências da Educação.

A consulta recente dos diferentes manuais de Ciências Naturais, disciplina leccionada no 3º Ciclo do Ensino Básico, permitiu verificar que a maioria das actividades propostas continua a envolver a simples observação de resultados para confirmação do que foi explicado nas aulas ou do que se encontra escrito nos textos que

é suposto os alunos lerem no âmbito das aulas de Ciências, uma realidade semelhante à descrita por Hodson, em 1990, segundo o qual no tipo de actividades que estavam a ser realizadas nas aulas de Ciências os alunos passavam a maior parte do tempo seguindo “receitas”, isto é, limitavam-se a aplicar um determinado protocolo, sem compreenderem frequentemente por que razão estavam a realizá-lo. Desta forma, tal como referido por Hodson (1990), as actividades tornam-se confusas, improdutivas e incapazes de desenvolver nos alunos as competências desejadas.

Neste contexto, assiste-se à necessidade de reformular e reorientar o trabalho experimental que tem vindo a ser implementado, no sentido de realizar actividades experimentais que contribuam para o desenvolvimento de competências dos domínios do conhecimento substantivo e processual e do raciocínio, uma vez que parece ser consensual que o trabalho experimental é uma estratégia de ensino-aprendizagem que encerra importantes potencialidades educativas.

Entre as modalidades de trabalho experimental, aquela que melhor parece poder contribuir para o desenvolvimento de competências que concorrem para a literacia científica e para a resolução de problemas é o trabalho experimental de investigação, por consistir na realização de actividades práticas de resolução de problemas, nas quais os alunos são envolvidos na formulação de problemas, no equacionamento de hipóteses, na condução da experimentação, no registo e interpretação de dados e na inferência de possíveis conclusões. Dada a pouca experiência dos alunos em trabalho experimental, que se pode inferir da literatura consultada e tendo em conta que os alunos que participaram no presente estudo frequentavam o 8º ano de escolaridade, procurou-se desenvolver actividades experimentais que se aproximavam das de investigação, embora com um grau de estruturação relativamente elevado.

Atendendo aos objectivos do estudo, em que se pretende averiguar os efeitos do uso dos SATD no desenvolvimento de várias competências, nomeadamente, conhecimento processual e raciocínio, é pertinente que os SATD sejam integrados num contexto experimental, ou seja, envolvendo a realização de experiências e a manipulação e controlo de variáveis.

## **2.2. Integração Curricular das TIC no Ensino das Ciências Naturais**

Tal como a realização do trabalho experimental, a utilização das TIC é também incentivada no ensino das ciências, sendo a integração curricular das TIC apresentada como um processo que pode conduzir ao enriquecimento do trabalho experimental e do potencial educativo das aulas de Ciências Naturais, contribuindo para um mais rápido desenvolvimento de competências e da literacia científica nos alunos.

### ***2.2.1. Clarificação do Conceito de Integração Curricular das TIC***

Segundo o Webster's New World Dictionary, integrar é “ser o meio de ser completo”, “unir as partes a um todo”. No Dicionário Universal da Texto Editora significa “completar; tornar integral, inteiro”. Pode dizer-se, assim, que integrar é completar algo, isto é, articular as partes para formar um todo. Extrapolando para o conceito de integração curricular das TIC, este pode definir-se como o processo pelo qual as TIC se tornam parte integrante do currículo, como parte de um todo e não como um apêndice ou um recurso periférico.

Integração das TIC e integração curricular das TIC não são sinónimos. Integração das TIC pode implicar simplesmente o uso das tecnologias para os mais diversos fins, sem nunca ter o propósito de apoiar o processo de ensino-aprendizagem. Contudo, quando se fala em Integração Curricular das TIC (ICTIC), o objectivo é utilizá-las no sentido de criar situações que apoiem e encorajem a aprendizagem. Ao proceder-se a esta integração, está a colocar-se a ênfase no processo de ensino-aprendizagem e no modo como as TIC podem apoiá-lo (Ilabaca, 2003).

A ICTIC é, assim, um processo complexo que tem conduzido à proposta de modelos que contemplam diferentes dimensões e variáveis e suas inter-relações (Chagas, 2008). Ao nível macro, ou seja, das políticas educativas, os três eixos de actuação – Tecnologia, Conteúdos e Formação – que cobrem de forma integrada e transversal todos os domínios relacionados com a modernização do Sistema Educativo em Portugal, correspondem a três dimensões essenciais para a concretização curricular das TIC<sup>3</sup>. Ao nível meso, ou seja, ao da instituição, o modelo proposto pela Fundación Gabriel Piedrahita Uribe (FGPU)<sup>4</sup> que referimos aqui devido à sua actualidade e

---

<sup>3</sup> <http://www.escola.gov.pt/eixos-projectos.asp>

<sup>4</sup> <http://www.eduteka.org/quienes.php3>.



abrangência, considera cinco vectores fundamentais para que se operacionalizem ambientes de aprendizagem enriquecidos pelas TIC: a instituição, os recursos existentes, a infraestrutura disponível, os professores e a coordenação TIC na instituição. Ao nível micro, correspondente às questões de planificação e desenho pelo professor das actividades lectivas Roblyer (2006) propõe um modelo que compreende cinco fases: identificação dos benefícios da utilização das TIC; definir os objectivos; planear as estratégias adequadas aos objectivos enunciados, preparar o ambiente de ensino-aprendizagem adequado e, por fim, avaliar e rever o processo.

No âmbito do presente estudo estes níveis de integração conduziram à tomada de decisão quanto: aos conteúdos do currículo a abordar (macro), às diligências necessárias para a exequibilidade do processo de integração dos SATD na escola onde se realizou o estudo (meso) e à planificação didáctica das actividades experimentais com SATD (micro).

### ***2.2.2. Integração Curricular das TIC em Portugal***

A problemática da integração curricular das TIC começou a ser discutida de forma sistemática e encarada como tema de relevância em educação com a emergência dos computadores pessoais e sua disponibilização no mercado na década de 1980. Nesta altura foram lançados nos Estados Unidos da América do Norte projectos pioneiros de disseminação dos PC nas escolas, dos quais destacamos o Apple Classrooms of Tomorrow (ACOT) que teve início em 1984 e incluía um projecto de investigação sobre o que acontece quando alunos e professores têm acesso constante à tecnologia (Sandholtz, Ringstaff & Dwyer, 1997). Projectos com objectivos semelhantes iniciaram-se não só nos EUA mas também em países do norte da Europa, como a Dinamarca, a Suécia e o Reino Unido, e só mais tarde se estendeu aos países do sul da Europa. No que concerne a Portugal, acompanhando a reforma educativa ocorrida, que introduziu nos programas a sugestão de aplicação de métodos activos, indutivos e experimentais, centrados no aluno, nomeadamente a utilização das TIC na sala de aula (Silva, 2002), foi criado o Projecto MINERVA (Meios Informáticos No Ensino: Racionalização, Valorização e Actualização), pelo Despacho nº 206/ME/85, de 31 de Outubro. Este programa nacional serviu de suporte à introdução das TIC nas escolas portuguesas e envolveu diferentes departamentos do Ministério da Educação,

---

universidades, institutos politécnicos, escolas de todos os níveis de ensino e, em algumas circunstâncias, a parceria com autoridades locais e empresas. Visou, por um lado, apetrechar escolas com equipamento informático, embora tenha acabado por se desvincular deste objectivo, e, por outro lado, incluir o ensino das tecnologias de informação nos planos curriculares; introduzir o uso das tecnologias como meios auxiliares do ensino das diferentes disciplinas escolares; formar professores, formadores de professores e orientadores; desenvolver *software* educativo e promover investigação sobre a utilização das TIC, nos ensinos básico e secundário. No seu âmbito, foram desenvolvidos múltiplos projectos, envolvendo equipas interdisciplinares, que cruzaram a pedagogia com a tecnologia. A perspectiva do computador como “ferramenta” de ensino e de aprendizagem sobressaiu de muitos destes projectos, alguns dos quais, no âmbito das Ciências, se centraram no uso dos chamados “sensores”, designação comum pela qual os SATD passaram a ser conhecidos.

Segundo Ponte (1994), o responsável pela avaliação interna do projecto, passados 10 anos do seu início, e apesar das sucessivas alterações curriculares, os objectivos propostos permaneciam actuais. Para este autor, em termos globais, o Projecto MINERVA, constituiu “um arranque do processo de transformação da escola tendo em conta a nova realidade cultural que são as tecnologias de informação” (p.62). A nível mais específico, este projecto (i) permitiu a divulgação nas escolas das tecnologias, como ferramentas de trabalho, passando o computador a ser encarado como uma ferramenta de aprendizagem para os alunos, que conduziu à introdução de práticas inovadoras associadas ao trabalho de projecto; (ii) proporcionou o crescimento profissional dos professores que com ele colaboraram; (iii) estimulou a cooperação internacional com diversos países europeus, africanos e da América do Sul; (iv) estabeleceu novas relações entre instituições de ensino superior e escolas de diferentes zonas do país.

Após a conclusão do Projecto MINERVA em 1994, a divulgação e partilha de práticas ao nível da utilização das TIC diminuiu. Apenas em 1996, com a criação do Programa Nónio – Século XXI, ao abrigo do Despacho nº 232/ME/96, de 4 de Outubro, essa divulgação renasceu. Este programa, iniciativa do Ministério da Educação, foi introduzido como forma de dar continuidade à integração e disseminação das TIC no sistema educativo e assim conduzir à produção, aplicação e utilização generalizada destas tecnologias no sistema educativo. Inicialmente previsto para durar apenas 4 anos, esteve em funcionamento até 2005, tendo sido criados vários Centros de Competência

Nónio, com o objectivo de apoiar o desenvolvimento de projectos de escolas, funcionando muitos deles, também, como núcleos de reflexão e investigação sobre a utilização prática das TIC na Educação.

Em simultâneo, foi lançado, em Julho de 1996, o Programa Ciência Viva, como unidade do então Ministério da Ciência e Tecnologia, com a missão de promover a cultura científica e tecnológica, junto da população portuguesa. Esta unidade, que em 1998 foi constituída como Associação Ciência Viva – Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica, tem concentrado a sua acção em três instrumentos principais:

1. Um programa de apoio ao ensino experimental das ciências e à promoção da educação científica na escola, onde estão inseridos um concurso nacional de projectos e um programa de ocupação científica de jovens.
2. Uma rede Nacional de Centros Ciência Viva, concebidos como espaços interactivos de divulgação científica para a população.
3. Campanhas nacionais de divulgação científica, estimulando o associativismo científico e proporcionando à população oportunidades de observação de índole científica e de contacto directo e pessoal com especialistas em diferentes áreas do saber (Despacho 6/MTC/96).

Entretanto, em 1997 foi criado o Programa Internet na Escola, iniciativa do Ministério da Ciência e Tecnologia com o apoio do Ministério da Educação, com o objectivo de equipar todas as escolas, desde o 1º CEB até ao secundário, com um computador multimédia com ligação à Internet e de “alargar o acesso à Internet a museus, bibliotecas municipais e arquivos, na tentativa de estreitar os laços entre a comunidade científica e cultural e a população em geral” (Fontes, Vieira & Gonçalves, 1999, p. 520). Paralelamente foi desenvolvida a uARTE (Unidade de Apoio à Rede Telemática Educativa) com o objectivo de apoiar e acompanhar as escolas na utilização dos recursos distribuídos pelo programa Internet na Escola, tendo sido criado um sistema *on-line*, multifuncional, sustentado na “atenção cuidada aos conteúdos educativos: recursos documentais, sugestões de trabalho e a criação de dinâmicas de estímulo à participação e envolvimento das escolas no uso da Internet” (Freitas, 2004, p. 20). Ambos os programas tiveram a sua conclusão no ano de 2003.

Em 2005 foi criada a Equipa de Missão Computadores, Redes e Internet na Escola - CRIE (Despacho nº 16793/2005), por um período de três anos, com as seguintes áreas de intervenção:

- Desenvolvimento do currículo de tecnologias de informação e comunicação (TIC) nos ensinos básico e secundário e respectiva formação de professores;
- Promoção e dinamização do uso dos computadores, de redes e da Internet nas escolas;
- Apetrechamento e manutenção de equipamentos de TIC nas escolas.

Em 2007 foi lançado o Plano Tecnológico da Educação, que visa, por um lado, reforçar e modernizar os equipamentos tecnológicos existentes nas escolas, e, por outro, promover uma eficiente formação em TIC dos agentes da comunidade educativa e a produção, distribuição e utilização de conteúdos (Resolução do Conselho de Ministros n.º 137/2007). A criação deste plano corresponde à operacionalização de uma política para as tecnologias de informação e comunicação no domínio da educação, permitindo uma continuidade e consistência das acções a diferentes níveis conducentes a uma real integração das TIC nas práticas lectivas.

Além dos programas e projectos acabados de referir, o próprio currículo do ensino básico tem evoluído no sentido de explicitar o recurso às TIC. O Decreto-Lei 6/2001, de 18 de Janeiro, que estabelece os princípios orientadores da organização e da gestão curricular do Ensino Básico, esclarece no seu preâmbulo que a utilização das TIC constitui uma formação transdisciplinar, pelo que têm de estar presentes, inequivocamente em todas as áreas curriculares disciplinares e não disciplinares. Deste modo, todos os professores são professores de TIC. O artigo 3º deste Decreto-Lei, consagra a “valorização da diversidade de metodologias e estratégias de ensino e actividades de aprendizagem, em particular com recurso a tecnologias da informação e comunicação, visando favorecer o desenvolvimento de competências numa perspectiva de formação futura”. Ainda no artigo 6º, referente a formações transdisciplinares, o ponto 2 diz o seguinte: “Constitui ainda formação transdisciplinar de carácter instrumental a utilização de tecnologias de informação e comunicação, a qual deverá conduzir, no âmbito da escolaridade obrigatória, a uma certificação da aquisição de competências básicas neste domínio”.

No documento do Currículo Nacional para o Ensino Básico: Competências essenciais, publicado em 2001, são apresentadas as competências de carácter geral a desenvolver ao longo deste nível de ensino, assim como as competências específicas que dizem respeito a cada área disciplinar e o tipo de experiências de aprendizagem a proporcionar aos alunos. A referência às TIC é efectuada através da enumeração de um conjunto de acções a aplicar por cada professor, de forma a desenvolver algumas das

competências gerais (DEB, 2001a). Face ao exposto, é evidente a importância atribuída às TIC no actual contexto da reorganização curricular. Deste modo, cabe à escola e em particular aos professores de Ciências Naturais integrar as TIC nas suas práticas segundo estratégias centradas no aluno.

### ***2.2.3 Potencialidades e Implicações das TIC no Ensino das Ciências***

Literatura de especialidade tem vindo a destacar o potencial das TIC no processo ensino-aprendizagem das disciplinas de Ciências, nomeadamente, na criação de contextos promotores de aprendizagem significativa, na criação de comunidades de aprendizagem, no acesso à informação e ao conhecimento e no desenvolvimento de estratégias de trabalho colaborativo e cooperativo.

No estudo *The ICT Impact Report*, realizado por Balanskat, Blamire e Kefala (2006), é descrito o impacto positivo da integração das TIC no aproveitamento escolar dos alunos, ao nível de algumas áreas disciplinares específicas, nomeadamente das Ciências, e nas faixas etárias entre os sete e os dezasseis anos de idade. A investigação decorreu em duas fases: a primeira teve lugar entre Junho e Agosto de 2006 e a segunda entre Setembro e Novembro de 2006. Na primeira fase, os investigadores fizeram uma pesquisa sobre estudos realizados, desde 2002, na Europa e, em particular, no Reino Unido, relativamente ao impacto das TIC no processo de ensino-aprendizagem. Na segunda fase, procederam a uma análise desses estudos em termos de potencialidades e limitações da utilização das TIC.

Da pesquisa efectuada, estes investigadores verificaram que as TIC tiveram um impacto positivo no desempenho dos alunos e que as escolas melhor apetrechadas em recursos TIC obtiveram melhores resultados do que aquelas com insuficiência neste tipo de recursos. Verificaram, também, que as TIC contribuíram para uma melhoria ao nível da autonomia dos alunos e das relações entre si, ao trabalharem em pares ou em pequenos grupos. Além disso, os estudos consultados reforçaram a ideia de que as TIC melhoram a motivação, a concentração e a atenção dos alunos nas actividades e que contribuem para um mais rápido desenvolvimento de competências. Em relação aos professores e ao ensino em geral, concluíram que as TIC têm efeitos positivos no entusiasmo dos professores pelo trabalho lectivo e na sua eficiência na planificação das aulas, bem como no trabalho colaborativo entre professores. Potenciaram, ainda, o desenvolvimento de competências tecnológicas.

A repercussão da utilização das TIC é também referida por Machin, McNally e Silva (2006) que realizaram uma investigação com o objectivo de avaliar a relação entre o investimento nas TIC e as mudanças ao nível dos resultados educacionais em Inglaterra. Nesse estudo utilizaram dados administrativos fornecidos pela “*Local Education Authority*”, no período entre 1999 e 2003, que permitiram verificar ter-se registado melhorias no aproveitamento dos alunos.

Também em Portugal encontramos estudos em que são identificadas potencialidades da aplicação das TIC na sala de aula. Morais e Paiva (2007), através de um estudo realizado, no ano lectivo 2005/2006, com uma turma do 7º ano, com o propósito de avaliar o impacto da aplicação de uma simulação no processo de ensino-aprendizagem, verificaram que tinha facilitado a compreensão de fenómenos ou modelos mais complexos. Além disso, o uso desta simulação conduziu a uma maior motivação e interesse dos alunos e contribuiu para uma melhoria ao nível da interpretação de gráficos. Os alunos salientaram que através da utilização deste recurso TIC foi mais simples e menos trabalhosa a aprendizagem e que a presença de imagens e de suporte áudio ajudou à compreensão dos conceitos e reteve mais a sua atenção nas actividades.

A utilização das TIC parece contribuir igualmente para o desenvolvimento de capacidades e competências de literacia tecnológica e científica, bem como de resolução de problemas. Lima (2007) verificou, em alunos do 3º e 4º anos do 1º CEB que a realização de um projecto sobre a água com recurso às TIC, promoveu o desenvolvimento de competências tecnológicas, nomeadamente de processamento de texto (Word), da utilização da Internet, da utilização da plataforma de comunicação Blackboard e do MSN Messenger. A investigação permitiu constatar, também, que a utilização das TIC parece ter contribuído para o desenvolvimento de competências de resolução de problemas. A este nível os alunos apresentaram uma evolução na análise da situação-problema, na formulação e testagem de hipóteses e na avaliação do processo e passaram a conseguir transferir estas competências para outros contextos de aprendizagem, de forma autónoma. Quanto ao desenvolvimento da literacia científica dos alunos, a investigadora concluiu que as TIC constituíram um contributo positivo, nomeadamente ao nível do desenvolvimento do discurso científico. Os alunos revelaram empenho na realização das suas tarefas, mostrando-se entusiasmados com o material que iam recolhendo e motivados na aprendizagem dos conteúdos em estudo. Para além das potencialidades até aqui apontadas, as TIC possibilitam ainda o desenvolvimento de

metodologias de ensino particulares e variadas, adaptadas ao perfil de cada aluno e aos contextos de aprendizagem, que valorizam o método e o processo. Permitem o pleno acesso ao conhecimento, disponibilizando aos alunos todo o tipo de conhecimentos relacionados com o programa, materiais produzidos e outras fontes de informação (Silva & Silva, 2001).

O recurso às TIC pode ainda constituir uma forma de associar a componente teórica à componente prática, pois envolve a participação activa dos alunos nas actividades, nomeadamente através da manipulação de equipamentos (por exemplo, computadores, sensores, calculadoras gráficas) e respectivo *software* (por exemplo, aplicações informáticas e programas).

Pelas razões aqui enumeradas, parece claro que a integração curricular das TIC na sala de aula, em particular nas aulas de Ciências, é vantajosa. No entanto, o uso das TIC, por si só, não faz milagres. É frequente, quando surge uma nova tecnologia, que lhe seja associada, quase como que por magia, a capacidade de mudar resultados. De facto, tal não acontece. É preciso estar consciente que integrar as TIC na escola e em particular no ensino das Ciências implica um trabalho coerente, de forma a promover a real aprendizagem dos alunos. Deve travar-se o “usar por usar” das TIC e começar a apostar na utilização eficiente da tecnologia, porque o facto de usarmos simplesmente estas ferramentas não resolve os problemas do ensino.

Neste contexto, Gil e Baggott (2002) advertem que a decisão de utilizar, por exemplo, uma simulação numa aula de Ciências deve resultar da ponderação prévia dos prós e contras do uso dessa simulação, em relação aos prós e contras da realização de uma actividade experimental sem recurso a esta tecnologia. Assim sendo, uma determinada ferramenta TIC apenas deve ser utilizada quando daí resultarem benefícios para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem e consequentemente dos resultados dos alunos, quer ao nível do aproveitamento, quer ao nível das competências desenvolvidas.

Além disso, tal como nos diz Miranda (2006), “os efeitos positivos só se verificam quando os professores acreditam e se empenham (...) na sua aprendizagem e domínio e desenvolvem actividades desafiadoras e criativas, que explorem ao máximo as potencialidades oferecidas pelas novas tecnologias” (p.80). Esta autora acrescenta ainda que os professores devem utilizar as TIC em contexto educativo sobretudo: “a) como novos formalismos para tratar e representar informação; b) para apoiar os alunos a

construir conhecimento significativo; c) para desenvolver projectos, integrando (e não acrescentando) criativamente as tecnologias no currículo” (p.80).

Em suma, muitas são as potencialidades reconhecidas à utilização das TIC no ensino das Ciências. Contudo, é preciso usá-las correctamente e proporcionar condições adequadas para a sua utilização. Além disso, importa ter presente que as tecnologias por si só não constituem uma mais-valia, devendo apenas recorrer-se à sua utilização quando realmente se mostrem vantajosas para a aprendizagem.

#### ***2.2.4. Integração Curricular das TIC no Trabalho Experimental***

Ao nível das Ciências Naturais, a integração curricular das TIC no nosso país está a ocorrer gradualmente, existindo inúmeros recursos disponíveis no mercado que podem ser utilizados com os alunos na sala de aula e aos quais são actualmente associadas assinaláveis potencialidades. De acordo com a sua função, podem agrupar-se em seis categorias<sup>5</sup>:

- Ferramentas de recolha, processamento e interpretação de dados – ex: sistemas de aquisição e tratamento de dados (SATD), bases de dados, folhas de cálculo (ex: *Microsoft Excel*), modelação.
- Software multimédia – ex: vídeos, sequências explicativas em suporte áudio, tutoriais, simulações, *slide shows*, enciclopédias/bases de dados interactivas;
- Ferramentas de apresentação e publicação – ex: *Microsoft PowerPoint*, *Word e Publisher*, *Windows MovieMaker*, *Windows Mediaplayer*;
- Sistemas de recolha de informação – CD-ROM (ex: Encarta Enciclopédia), DVD, intranet, Internet;
- Tecnologias de projecção – ex: quadro interactivo, projector, TV;
- Microscópios controlados por computador.

Entre as ferramentas TIC supra-mencionadas com aplicação no trabalho experimental encontram-se os Sistemas de Aquisição e Tratamento de Dados e os Simuladores. Para alguns autores (Hofstein & Lunetta, 2004; Pontes, 2005), a sua utilização no trabalho experimental em Ciências Naturais, pode representar um contributo apreciável na melhoria da qualidade do processo de ensino-aprendizagem.

---

<sup>5</sup> [http://www.futurelab.org.uk/resources/documents/lit\\_reviews/Secondary\\_Science\\_Review.pdf](http://www.futurelab.org.uk/resources/documents/lit_reviews/Secondary_Science_Review.pdf)



Se o objectivo da realização de uma determinada actividade experimental laboratorial for apenas ensinar a manipulação de material e comprovação de teorias, então o recurso às TIC pode não se justificar. Contudo, sempre que os objectivos incluam também a interpretação dos dados através da qual se pretende uma melhor compreensão da teoria, esta pode ser aumentada através da utilização de sistemas baseados em computador/máquinas calculadoras gráficas (SATD), que permitem o acesso rápido a um conjunto de dados exactos, muitas vezes em tempo real.

A célere recolha dos dados através dos SATD contribui, por sua vez, para que os alunos disponham de mais tempo para explorar e discutir os resultados obtidos, bem como para confrontar as suas ideias prévias com esses resultados (McFarlane & Sakellariou, 2002; Newton, 2000). A implementação de simulações tem, também, efeitos positivos, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico e de capacidades, como fazer previsões a partir dos resultados e discutir hipóteses (Baggott La Velle *et al.*, 2003).

A natureza dinâmica e interactiva das simulações e dos SATD contribui para que os alunos: (i) alcancem uma visualização mais clara dos processos e consigam estabelecer relações entre variáveis; (ii) centrem a sua atenção em questões globais; (iii) compreendam conceitos complexos mais facilmente; (iv) acessem a ideias de forma mais rápida e fácil, bem como formulem novas ideias e as transfiram para contextos diferentes. A utilização destas ferramentas TIC ao nível do trabalho experimental potencia também um maior controlo da aprendizagem pelo aluno, o que estimula o seu interesse e motivação pelas actividades e o desenvolvimento da sua autonomia<sup>6</sup>.

Utilizar as TIC como suporte de actividades experimentais de investigação, pode ainda dar aos alunos a oportunidade de experimentarem todo o processo de investigação de forma cíclica e holística, situação que em condições de laboratório escolar convencional, dados os constrangimentos de tempo, não é possível, verificando-se um comprometimento do encadeamento entre as diferentes fases do processo: planificação, execução, elaboração do relatório e avaliação (Baggott La Velle *et al.*, 2003).

Num outro relatório, elaborado igualmente em 2003 mas pela *Becta's ICT Research*, que analisou estudos recentes sobre a utilização das TIC no ensino-aprendizagem das Ciências, é relatado que o recurso às TIC nas Ciências Naturais tem potenciado resultados positivos ao nível de: (i) modificação de práticas pedagógicas; (ii)

---

<sup>6</sup> [http://www.futurelab.org.uk/resources/documents/lit\\_reviews/Secondary\\_Science\\_Review.pdf](http://www.futurelab.org.uk/resources/documents/lit_reviews/Secondary_Science_Review.pdf)

motivação dos alunos; (iii) exploração de ideias; (iv) implementação de trabalho prático, corroborando os resultados dos estudos supra-mencionados<sup>7</sup>. Rogers (2003) sintetiza uma ideia recorrente no quadro da utilização das TIC ao afirmar que o papel desempenhado pelo professor é determinante neste sucesso. No estudo que realizou, identificou os seguintes aspectos fundamentais da conduta do professor que contribuem para o sucesso de aulas envolvendo as TIC: (i) a explicitação muito clara dos objectivos e tarefas; (ii) o aproveitamento criativo dos tempos que sobram, nomeadamente com intervenções de encorajamento ao debate e discussão de ideias e resultados; (iii) o encadeamento das actividades envolvendo as TIC com as actividades realizadas anteriormente e com as que se irão seguir; (iv) a ênfase na interpretação dos resultados e na reflexão crítica.

Como grandes obstáculos à implementação das TIC nas aulas de Ciências Naturais, nomeadamente ao nível do trabalho experimental, são referenciados a escassez de recursos educativos, o seu elevado custo e a falta de formação dos professores. A insuficiência de recursos disponíveis leva a que sejam os professores a ter de conceber os seus próprios materiais, gerando ansiedade alguma frustração, resultantes da falta de formação inicial e contínua que têm nesta área (Brilha, Legoinha, Gomes, & Rodrigues, 1999). Dez anos passados, a situação não mudou significativamente, o que adverte para a importância da concretização efectiva da formação de professores, inicial e contínua, e da disponibilização de recursos nas escolas, adequados às exigências curriculares. É frequentemente referenciada a “falta de conhecimentos sobre o impacto do uso das TIC em contexto educativo e a escassez de tempo, que é indispensável na aprendizagem das tecnologias e na preparação das aulas” (Morais & Paiva, 2007, p.104).

No caso particular dos SATD, apesar de constituírem uma das ferramentas TIC com aplicação no trabalho experimental e da sua utilização ter vindo a ganhar relevo, graças às potencialidades e implicações que lhes têm sido atribuídas na aprendizagem dos alunos em Ciências Naturais, continuam a ser pouco utilizados nesta área curricular disciplinar. Partindo desta constatação, considerou-se como pressuposto do presente estudo que a investigação centrada em processos de integração de SATD no funcionamento quotidiano da Escola, em turmas regulares de Ciências Naturais, proporciona conhecimentos relevantes para o apuramento e refinamento da utilização desta tecnologia e sua disseminação entre os professores.

---

<sup>7</sup> [http://partners.becta.org.uk/upload-dir/downloads/page\\_documents/research/wtrs\\_science.pdf](http://partners.becta.org.uk/upload-dir/downloads/page_documents/research/wtrs_science.pdf)

## 2.3. Sistemas de Aquisição e Tratamento de Dados

Neste subcapítulo começa-se por apresentar uma breve caracterização dos SATD e da história da sua implementação em Portugal, dedicando-se depois um espaço mais alargado à análise do interesse/utilidade destes dispositivos no ensino das Ciências Naturais, das suas vantagens e implicações na aprendizagem, das limitações/constrangimentos a eles associados e das condições necessárias para a sua eficaz utilização.

### 2.3.1. Componentes dos SATD

Os sistemas de aquisição e tratamento de dados, designados em inglês por Data-logging, MBL (microcomputer-based labs), CBL (computer-based labs) ou Probeware<sup>8</sup>, são vulgarmente conhecidos como “sensores”, embora, na verdade, estes correspondam apenas a um dos seus elementos constituintes. Um equipamento SATD (Figura 2) é composto por um ou mais sensores (detectam alterações da(s) variável(eis) em estudo), uma interface/*data-logger* (recolhe e armazena as informações, estabelecendo a ponte entre o sensor e a máquina calculadora gráfica/computador) e uma máquina calculadora gráfica ou computador (processa os dados recolhidos), acompanhado de *software* específico (Choo, 2005; Kennedy & Finn, 2000).

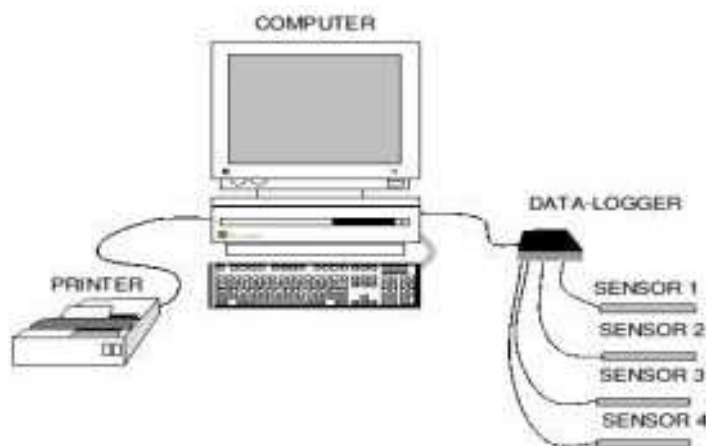
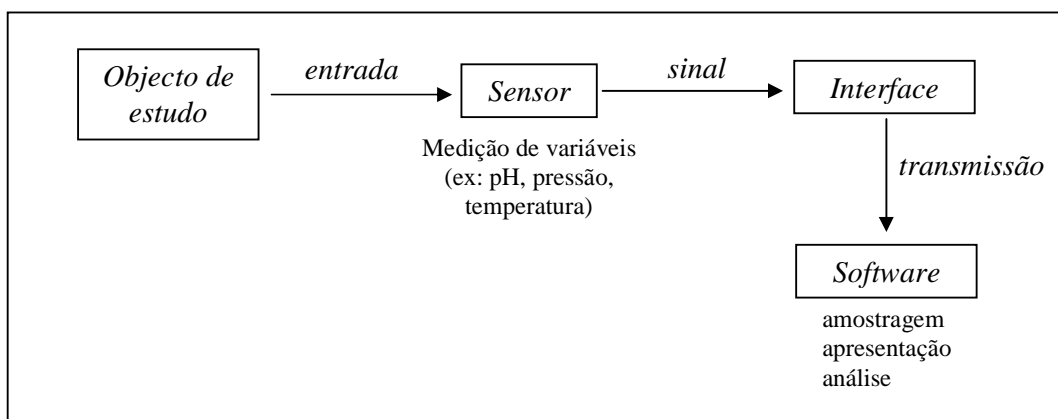


Figura 2. Exemplo de um sistema de aquisição e tratamento de dados.

<sup>8</sup> [http://www.concord.org/work/software/ccprobeware/probeware\\_history.pdf](http://www.concord.org/work/software/ccprobeware/probeware_history.pdf)

Num processo envolvendo os SATD, parte-se de um objecto de estudo (ex: temperatura num aquário), cuja variação é detectada e medida por um sensor, neste caso um sensor de temperatura. Esse sensor emite seguidamente um sinal para a interface, que recolhe e armazena a informação recebida. Finalmente, a informação da interface é transmitida para o computador ou máquina calculadora gráfica, onde os dados recolhidos são processados, graças a aplicações específicas instaladas nos mesmos. No caso da situação descrita, obter-se-ia um gráfico da variação da temperatura da água do aquário ao longo de um determinado período de tempo (Choo, 2005). Na *Figura 3* pode observar-se um esquema representativo daquele processo.



*Figura 3.* Esquema representativo do processo envolvendo SATD.

Seguidamente apresenta-se o conceito de sensor e uma possível classificação dos mesmos, bem como a caracterização das interfaces disponíveis e do *software* necessário para a consecução de actividades envolvendo SATD.

## Sensores

Os sensores são dispositivos que recebem estímulos de vária natureza e que respondem através de sinais eléctricos. Por outras palavras, são “tradutores” de um valor, geralmente não eléctrico, para um valor eléctrico. Nunca funcionam isoladamente, estando sempre incluídos num sistema mais abrangente de aquisição de dados. Estes aparelhos podem ser de dois tipos: passivos e activos. Enquanto os sensores passivos “geram directamente um sinal eléctrico como resposta a um estímulo

externo, sem recurso a nenhuma fonte de alimentação adicional” (p. 3), os sensores activos precisam de uma fonte de alimentação externa e/ou um sinal de excitação<sup>9</sup>.

A diversidade de sensores é relativamente abrangente. Podemos encontrar desde o sensor de temperatura, luz, humidade e pressão, até outros mais sofisticados, tais como, o sensor de pH e de impulsos eléctricos. Dada esta variedade, os SATD são utilizados em múltiplas áreas da Ciência, como na Matemática, na Física, na Química, na Biologia e na Geologia<sup>10</sup>.

## Interfaces

No mercado podemos encontrar interfaces/*dataloggers* desenvolvidas por diferentes empresas como a Vernier, a Pasco e a Philip Harris. As interfaces da Vernier (CBR<sup>TM</sup>, a CBL 2<sup>TM</sup> e a Vernier LabPro<sup>®</sup>) revelam-se como sendo as de acesso mais facilitado na Internet e de custo mais baixo, daí terem sido as escolhidas para serem utilizadas neste estudo. Destas 3 interfaces da Vernier, ao nível das Ciências Naturais, são sobretudo usadas a CBL2 e a Vernier LabPro que passamos a descrever com mais detalhe.

### *CBL 2<sup>TM</sup>*

O Calculator-Based Laboratory<sup>TM</sup> 2 (CBL2<sup>TM</sup>) é um dispositivo portátil de recolha de dados. Esta interface liga-se às calculadoras gráficas TI e pode ser utilizada na sala de aula e em saídas de campo de Biologia, Física, Química e Matemática.

O CBL2 (Figura 4) apresenta um programa multi-usos em memória *flash* - o DATAMATE - que contém todas as informações básicas necessárias para executar experiências com recurso a sensores, devendo o mesmo ser transferido para a calculadora antes do início da recolha de dados (Texas Instruments, 2000).



Figura 4. CBL 2<sup>TM</sup>

---

<sup>9</sup> [http://eec.dgidc.min-edu.pt/documentos/acompanhamento\\_porto\\_utilizacao\\_sensores.pdf](http://eec.dgidc.min-edu.pt/documentos/acompanhamento_porto_utilizacao_sensores.pdf)

<sup>10</sup> [www.vernier.com](http://www.vernier.com)

## ***Vernier LabPro***

O Vernier LabPro, tal como o CBL2, possui o DATAMATE em memória para ser utilizado com as calculadoras TI (Figura 5). Para o computador existe um *software* próprio que é o Logger Pro, onde constam todas as calibrações dos sensores e os parâmetros relativos às experiências que podem ser realizadas<sup>11</sup>.



Figura 5. Vernier LabPro®

## ***CBL2™ versus Vernier LabPro®***

As duas interfaces são semelhantes, mesmo no seu aspecto exterior. No entanto, existem algumas diferenças, destacando-se o facto da Vernier LabPro poder ser utilizada com calculadoras e computadores, enquanto o CBL2 é uma interface apenas para calculadoras. Além disso, a LabPro possui (i) mais portas de ligação, nomeadamente portas USB, o que facilita a sua ligação ao computador ou máquina calculadora gráfica e (ii) maior e melhor resolução, o que se traduz na obtenção de gráficos mais nítidos, isto é, de qualidade mais elevada<sup>11</sup>.

## **Software**

O *software* associado aos SATD é muito fácil de utilizar e os seus menus são bastante claros e intuitivos. Entre os principais *softwares* destacam-se: o RANGER utilizado no CBR™, o DATAMATE utilizado com o CBL 2™ e o DATAMATE, o Vernier LabPro® e o LOGGER PRO® utilizados com o Vernier LabPro®.<sup>11</sup>

Após a selecção da interface a utilizar, é necessário instalar o *software* compatível no computador ou na máquina calculadora gráfica. A sua instalação é imprescindível, uma vez que assegura a visualização e análise dos dados detectados pelos sensores, que de outra forma não é possível.

---

<sup>11</sup> [www.vernier.com](http://www.vernier.com)

### ***2.3.2. Implementação dos SATD em Portugal***

Os SATD começaram a ter uma utilização com alguma expressão no âmbito do Projecto Minerva, em particular nos pólos com uma componente forte em ensino das ciências. Nessa altura os dispositivos disponíveis no mercado, fundamentalmente das empresas Philip Harris e Pasco, aliavam um elevado nível de fiabilidade e robustez a uma dificuldade assinalável de manuseamento e aplicação. Além de exigir consideráveis conhecimentos de informática, obrigavam a procedimentos complicados na calibração e instalação e eram demasiado caros, inacessíveis às “bolsas” da maioria das escolas. Mesmo assim desenvolveram-se projectos, disseminaram-se experiências e houve casos de aplicação com sucesso em escolas, fundamentalmente nas áreas disciplinares de Física e Química, Matemática e Biologia. Estas experiências resultaram no reconhecimento dos professores acerca do interesse destes recursos mas sem se ter conseguido o seu uso generalizado.

A disponibilização de dispositivos no mercado mais acessíveis monetariamente, mais amigáveis e de maior portabilidade, acompanhados de manuais com propostas de actividades de assinalável adequabilidade aos programas das disciplinas fez aumentar o interesse dos professores que passaram a aderir em maior número às acções de formação contínua sobre esta temática, assim como em experimentar a sua utilização nas aulas com os alunos. Consequentemente, o recurso aos SATD teve novo impacto durante o Programa Nónio – Século XXI em que muitos projectos de escola incluíam a sua utilização, obrigando os centros de competência a organizar e dinamizar acções de formação de apoio às várias iniciativas (Chagas *et al.*, 2005). Os dispositivos mais utilizados passaram a ser os da marca Vernier por serem muito acessíveis. Contudo, os da Pasco, por exemplo, continuam a ser usados fundamentalmente em situações em que se exige maior fiabilidade e rigor experimental.

Desde o seu início que o programa Ciência Viva tem sido uma fonte de disseminação dos SATD, fruto da iniciativa de professores das escolas e de investigadores universitários, em concorrer com projectos envolvendo esta tecnologia aos concursos regulares daquele programa. Os Centros Ciência Viva têm tido, igualmente, um papel importante nesta divulgação. Por exemplo, o núcleo Ciência Viva de Tavira, desenvolve, desde 2004, algumas actividades na área da biotecnologia envolvendo SATD. Esta ferramenta já tinha sido utilizada anteriormente noutros centros Ciência Viva do país, nomeadamente no de Faro, o primeiro da rede a ser aberto ao

público. Entre os sensores utilizados contam-se os de temperatura, pressão, pH e oxigénio da marca Pasco. Relativamente aos protocolos dessas actividades práticas, uns têm sido adaptados do próprio *site* da Pasco, enquanto outros têm sido concebidos pelas próprias equipas que trabalham no Centro Ciência Viva, de acordo com as solicitações das escolas face a temáticas que gostariam de abordar com os alunos.

### ***2.3.3. Interesse e Utilidade em Ciências Naturais***

No sub-capítulo 2.1. foi evidenciado que a realização de trabalho experimental no âmbito das Ciências Naturais desempenha um papel muito importante na compreensão de conceitos e modelos científicos. Sebastià e Lloret (2003), a partir dos resultados obtidos no estudo empírico realizado com alunos do 1º Ciclo e que consistiu na realização de três actividades experimentais envolvendo SATD, num contexto de Aprendizagem por Problemas, reiteraram esta ideia e acrescentaram que a introdução das TIC, em particular dos SATD, cria as condições adequadas para melhorar a realização das práticas tradicionais e desenvolver novas actividades, bem como a atitude dos alunos perante a Ciência e o meio que os rodeia.

Contudo, os SATD ainda constituem uma das ferramentas TIC menos utilizada nas Ciências Naturais. Para justificar a sua fraca utilização no passado, Denby (2003) apresentou as seguintes razões:

- os SATD eram complicados de utilizar e muito caros;
- a variedade de sensores que podiam ser utilizados com as interfaces disponíveis era pequena;
- o utilizador necessitava de estar perfeitamente familiarizado com o *software* usado na análise de dados, o que nem sempre se revelava tarefa fácil, uma vez que este variava consoante a interface utilizada.

Actualmente o *hardware* é muito mais fiável e simples de usar e encontra-se disponível no mercado uma enorme variedade destes equipamentos a preços bastante mais acessíveis. Também o *software* é mais simples e rápido de utilizar e contempla uma maior gama de opções (Denby, 2003). Ultrapassadas as barreiras técnicas, a não implementação de actividades com SATD deixa de fazer sentido, sobretudo quando é defendido que esta ferramenta pode constituir uma mais-valia no ensino das Ciências,



sendo afirmado o seu interesse e utilidade (Choo, 2005; Deane, Hennessy & Ruthven, 2006; Dixon, 2008; Newton, 2000). A este respeito identificaram-se várias linhas de investigação na revisão da literatura realizada.

Nas actividades experimentais realizadas convencionalmente, os alunos passam grande parte do tempo montando o dispositivo experimental, recolhendo dados e construindo o gráfico correspondente aos dados obtidos. Frequentemente, o gráfico é em si mesmo o objectivo final do trabalho prático, não chegando os alunos sequer a interpretá-lo. Deste modo, as actividades desenvolvidas acabam por ser pouco efectivas ao nível do desenvolvimento de competências. Já os SATD, como o próprio nome sugere, automatizam a tarefa de recolha de dados experimentais, o que se traduz num ganho de tempo para a execução de tarefas de nível cognitivo mais elevado, como a análise e discussão dos resultados.

Corroborando esta situação foram identificados três estudos. Stein, Nachmias e Friedler (1990), numa investigação realizada na disciplina de Ciências, com quatro turmas do 8º ano de escolaridade, verificaram que a maior parte dos alunos que realizaram a actividade experimental com recurso a processos tradicionais, pela utilização de termómetros, não conseguiram efectuar e completar a actividade durante os 50 minutos previstos, tendo dispendido a maior parte do tempo a recolher os dados, sem sequer chegarem a elaborar os gráficos e a proceder à sua análise. Quanto aos alunos que trabalharam com os SATD, durante o mesmo intervalo de tempo, recolheram os dados, obtiveram os gráficos e analisaram os resultados. Estes alunos acompanharam, em tempo real, o desenvolvimento de um dado fenómeno através do monitor do computador e/ou calculadora gráfica, o que facilitou a inter-relação entre a investigação e o seu resultado, e a rápida recolha de dados, que permitiu obter resultados imediatamente.

A visualização dos dados em tempo real permite um *feedback* imediato, o que possibilita aos alunos uma rápida análise dos resultados e, se necessário, a reformulação das hipóteses formuladas inicialmente. Além disso, sendo os alunos quem introduz na experiência as condições em que esta ocorre, há uma correspondência directa entre o que fazem e o que vêem, facilitando a interpretação dos gráficos e, consequentemente, a compreensão dos conceitos/fenómenos em estudo (Friedler, Nachmias & Linn, 1990).

Ainda segundo Stein *et al.* (1990), os alunos que realizaram as experiências recorrendo aos SATD montaram o dispositivo experimental mais rapidamente do que os alunos que trabalharam com materiais de laboratório tradicionais. Enquanto o grupo de

alunos que utilizou os SATD já estava a recolher os dados ao fim de seis minutos, o grupo de alunos que utilizou os termómetros precisaram entre dez e dezasseis minutos para poder iniciar as medições.

Deaney, Hennessy e Ruthven (2006) investigaram o modo como os professores de Biologia do Ensino Secundário de Inglaterra integravam as TIC, em particular os SATD, nas suas práticas lectivas. Para isso, começaram por identificar dez departamentos onde a integração destes dispositivos estava a ser feita e realizaram entrevistas aos respectivos professores. De seguida, observaram e filmaram duas aulas de quatro desses professores, pertencentes a três escolas diferentes, e entrevistaram-nos sobre as estratégias pedagógicas utilizadas com recurso aos SATD. Foram ainda entrevistados grupos de seis alunos acerca da sua opinião relativamente às vantagens e/ou desvantagens associadas às actividades realizadas e recursos utilizados.

Os resultados obtidos sugerem que as actividades com SATD levam os alunos: (i) a focar a sua atenção na recolha de dados e no gráfico que vai surgindo; (ii) a compreender os conceitos mais facilmente graças à sua observação directa e em tempo real; (iii) a permanecer mais tempo na realização de actividades adicionais como a discussão dos resultados e o estabelecimento de inter-relações entre as variáveis; (iv) a trabalharem colaborativamente através dos diálogos entre si sobre os dados obtidos e os resultados que esperam obter.

Dixon (2008) realizou uma investigação em 2005 e 2006, na disciplina de Química, com cerca de 1300 alunos de idades compreendidas entre os 13 e os 18 anos. A escola tinha estatuto de especialista em tecnologias e línguas e a maioria dos alunos apresentava um bom domínio ao nível das TIC, apesar de pouca experiência com SATD. Foram realizados dois estudos de caso, nos quais os alunos tiveram de realizar uma determinada actividade experimental. De acordo com os resultados, os alunos familiarizaram-se rapidamente com esta ferramenta, manipulando-a sem dificuldades, tendo bastado para isso apenas algumas orientações iniciais. Nesta investigação verificou-se ainda que a realização de actividades com SATD permite que os alunos despendam mais tempo discutindo o significado dos resultados, o que reforça os resultados das investigações anteriormente descritas.

Neste cenário, o recurso aos SATD afigura-se como uma solução vantajosa, pois os alunos concentram-se exclusivamente na observação da experiência, na interpretação dos resultados e no estabelecimento de inter-relações entre as variáveis em estudo, uma vez que estes fornecem logo os dados ao aluno na forma de tabelas ou gráficos, não

perdendo os alunos tempo na sua recolha. Os alunos ao deixarem de ser sobrecarregados com a tarefa de tratamento de dados, ficam mais disponíveis para se envolverem em tarefas cognitivas de maior exigência. A rentabilização do tempo constitui, desta forma, um dos principais focos de interesse para a utilização dos SATD no ensino em geral e das Ciências Naturais em particular.

Contudo, a recolha de dados constitui uma das capacidades do processo investigativo, pelo que não pode descurar-se, de forma alguma, a sua aprendizagem prévia pelos alunos. Adams e Shrum (1990) investigaram os efeitos da realização de actividades envolvendo SATD no desenvolvimento das capacidades de construção e interpretação de gráficos, com 46 alunos de Biologia do 10º ano de escolaridade, que se voluntariaram para participar neste estudo e que frequentavam uma escola localizada em meio rural. Esses alunos foram distribuídos por dois grupos – controlo e experimental. O grupo experimental utilizou os SATD, que lhes permitiu visualizar a evolução das experiências e obter de imediato os gráficos com os resultados obtidos, enquanto o grupo controlo utilizou equipamento tradicional (termómetros, cronómetros, papel, lápis, ...) e teve de construir os gráficos.

Os resultados mostraram não existir diferenças significativas entre os dois grupos relativamente à capacidade dos alunos interpretarem gráficos, mas quando colocados perante actividades envolvendo a construção de gráficos, os alunos de grupo controlo obtiveram melhores resultados do que os do grupo experimental. Perante tais resultados, os autores retiraram como implicação a necessidade dos professores começarem por realizar actividades apenas de recolha de dados com os SATD, de modo a que os alunos adquiram a competência da construção de gráficos antes de serem confrontados com os que são processados pelo computador. Deste modo, numa primeira fase, os professores não devem permitir que o computador construa os gráficos, obrigando os alunos a fazê-lo individualmente.

Na literatura encontram-se ainda outros estudos que revelam focos de interesse e utilidade adicionais para a utilização destes sistemas em aulas de trabalho experimental.

Num estudo, realizado por Newton (2000) sobre a utilização dos SATD em escolas secundárias do Reino Unido, participaram, de forma voluntária, cinco professores de Ciências que trabalhavam em quatro escolas diferentes. Duas destas escolas encontravam-se relativamente bem apetrechadas com recursos TIC, tendo o estatuto de “escolas tecnológicas”, enquanto as outras duas, embora não possuindo o referido estatuto, tinham adquirido recursos TIC, nomeadamente SATD, para o ensino

das Ciências. Os dados foram recolhidos através da observação de aproximadamente 56 horas, correspondentes a 35 aulas, envolvendo SATD e de entrevistas aos professores envolvidos. O estudo mostrou que uma das principais razões de interesse dos professores para o recurso a estes sistemas nas aulas de Ciências prende-se com a necessidade de envolver os alunos em actividades com o recurso às TIC, no sentido de ir ao encontro do que está espelhado no Currículo Nacional e esta moderna tecnologia satisfaz esta condição. O recurso a esta ferramenta proporciona também a realização de actividades e a recolha de dados que de outra forma seriam muito difíceis de conseguir. A possibilidade de investigar várias variáveis em simultâneo é referenciada por Newton (1998) como outra mais-valia da utilização dos SATD.

O papel desempenhado pelo professor em todo o processo envolvendo SATD é muito importante, devendo este, na opinião de Stein *et al.* (1990), orientar os alunos, de forma explícita, para as actividades que devem desenvolver durante o tempo ganho, pois caso contrário, poderão proceder a observações pouco cuidadosas, omitindo muitos aspectos e registando-as de forma pouco organizada. Durante as observações que efectuou da aula de implementação da actividade experimental, no grupo experimental, verificou que os alunos se dispersaram facilmente e que foram pouco cuidadosos nos registos efectuados, até ao momento em que o professor interveio e orientou os alunos relativamente ao que deviam fazer durante esse período de tempo.

Newton (1997) observou a implementação de uma actividade experimental com SATD em alunos do 7º e 8º anos do Kingshurst City Technology College, com o objectivo de averiguar as interacções entre eles e descrever as suas percepções sobre a utilização desta ferramenta nas aulas de Ciências. Verificou que, através das interacções que estabelecem, os alunos conseguem identificar características importantes nos gráficos obtidos e relacioná-las com as experiências realizadas. No entanto, o professor teve um papel fundamental em todo o processo, tendo dirigido a atenção dos alunos para determinados aspectos e contribuído para o desenvolvimento do raciocínio. Ao fazer questões abertas que encorajaram os alunos a formularem as suas próprias respostas, ajudou-os a pensar de forma mais crítica sobre os resultados obtidos.

Dixon (2008), verificou, também, que a utilização dos SATD facilitou as discussões em torno dos resultados obtidos quando as mesmas foram orientadas pelo professor. Assim, concluiu que o real potencial destes sistemas na melhoria da aprendizagem dos alunos depende da experiência do professor e da sua capacidade em colocar questões que apoiem os alunos na observação e interpretação dos dados.

### ***2.3.4. Potencialidades e Implicações na Aprendizagem das Ciências Naturais***

As investigações sobre a utilização dos SATD têm recaído, essencialmente, em temas das áreas da Física e da Química (Berger *et al.*, 1994; Lazarowitz & Pinchas, 1994). No entanto, nos últimos anos também têm sido desenvolvidos alguns estudos na área da Biologia.

Em Portugal, Bettencourt (1994) realizou um estudo com alunos do 10º ano de escolaridade, em que um dos objectivos era analisar os efeitos da utilização de um SATD em aspectos dos domínios cognitivo e afectivo dos alunos. Os resultados foram obtidos através da análise das respostas de 78 alunos a um questionário fechado, de observação participante e observação *a posteriori* pelo visionamento das gravações vídeo das aulas experimentais efectuadas, envolvendo 137 alunos. Os resultados permitiram concluir que a utilização dos SATD conduz a um maior envolvimento dos alunos na consecução das tarefas solicitadas, mostrando-se mais atentos e trabalhando com maior afinho, gosto e satisfação. Os alunos envolvidos em actividades com recurso aos SATD eram igualmente mais participativos e criativos do que os alunos que não realizaram actividades com este tipo de recurso, mantendo discussões vivas (domínio das atitudes). Constatou, também, que o recurso a estes sistemas e respectivo *software* ajuda a uma melhor compreensão dos conceitos em estudo (domínio do conhecimento) e leva a uma rentabilização do tempo, que se traduz num ganho de tempo aproveitado pelos alunos para analisarem e discutirem resultados, fazerem comparações com conhecimentos anteriores, efectuarem previsões sobre os resultados e planearem novas actividades experimentais (domínios do conhecimento e do raciocínio). Este último aspecto corrobora os resultados do estudo de Friedler, Nachmias e Linn (1990) e vai ao encontro do resultado obtido recentemente por Dixon (2008), duas investigações anteriormente descritas nesta dissertação.

Resultados semelhantes foram obtidos por Rabaçal, Serra, Jesuíno e Girão (2001) no seu estudo sobre o uso de SATD nas disciplinas de Ciências Físico-Químicas e ITI (Introdução às Tecnologias de Informação), com alunos de três turmas de 9º e de uma turma de 12º ano de escolaridade. As turmas foram divididas em turnos com aproximadamente doze alunos cada, tendo sido observados cinco em cada turno, num total de quarenta alunos. Concluiu-se que a utilização, devidamente integrada e

planeada, dos SATD aumenta o interesse e a motivação dos alunos, que têm um papel activo em todo o processo, manipulando recursos tecnológicos e materiais de laboratório; enunciando e testando hipóteses; analisando dados, de forma a consolidar conhecimentos e compreender mais facilmente conceitos complexos.

No estudo descrito por Silva (1996) participaram 41 alunos, do 10º ano de escolaridade, distribuídos por um grupo controlo e um grupo experimental, que realizaram actividades experimentais com recurso, respectivamente, a equipamento tradicional e aos SATD. A investigação levada a cabo tinha como objectivos diagnosticar e descrever as concepções alternativas predominantes no tópico “fotossíntese” e avaliar a eficácia do SATD na promoção da mudança conceptual dos alunos no referido tópico. Como técnicas de recolha de dados foi utilizado um questionário aplicado como pré e pós-teste. A análise dos resultados mostrou que os alunos do grupo experimental mudaram de forma mais acentuada do que os alunos do grupo controlo as suas concepções nos temas “Relação fotossíntese/respiração” e “Relação fotossíntese/produção do alimento”. Já nos assuntos “Relação fotossíntese/clorofila” e “Origem da clorofila”, embora ambos os grupos tenham manifestado uma evolução conceptual, as diferenças foram menos evidentes. Face aos resultados, a autora concluiu que os SATD, ao disponibilizarem um maior período de tempo para os alunos reflectirem e discutirem as suas ideias, constituem um factor facilitador da aprendizagem e da mudança conceptual dos alunos no tópico “Fotossíntese”.

Ainda na década de 90, Newton (1998), citando um estudo de Weller (1996) realizado no Reino Unido em 1996, reitera que a utilização dos SATD oferece aos alunos a possibilidade de realizar actividades experimentais e que estes sistemas apresentam um elevado potencial para o desenvolvimento de competências e para a compreensão e interpretação de informação. A propósito das vantagens associadas aos SATD, conclui ainda, baseando-se numa pequena investigação em quatro escolas secundárias do Reino Unido, com alunos entre os 11 e os 18 anos e que teve lugar entre Maio de 1997 e Março de 1998, que o recurso a esta ferramenta: (a) proporciona um trabalho mais autónomo por parte dos alunos, o que leva a que se sintam mais responsáveis pela sua aprendizagem; (b) induz uma grande interacção entre alunos, dado estes trabalharem em grupo e passarem grande parte do tempo de aula discutindo observações e resultados obtidos; (c) promove o pensamento crítico nos alunos, ao fomentar que encontrem explicações para desvios nas hipóteses que tinham formulado inicialmente e/ou nos resultados obtidos.

Num outro estudo, Newton (1997), observou alunos do 7.º e 8.º anos, distribuídos por grupos de três elementos, a utilizarem os SATD. Nessa investigação, os alunos realizaram uma actividade experimental relacionada com o efeito de estufa, tendo a mesma tido como principal objectivo levar os alunos a ganhar experiência no manuseamento destes sistemas. Assim, a aprendizagem do conteúdo “efeito de estufa” era um objectivo menos importante.

A realização desta actividade provocou interesse e entusiasmo nos alunos, embora tenha sido referido pelos mesmos que os momentos de observação passiva da experiência se tornam aborrecidos. Face a estes resultados, Newton concluiu que é muito importante estruturar cuidadosamente as actividades e sugeriu que, durante os tempos de espera, os alunos sejam encorajados a pensar e discutir sobre os resultados que vão surgindo. Segundo o autor, a apresentação em tempo real do gráfico pareceu focalizar o interesse dos alunos e encorajá-los à sua descrição qualitativa. Além disso, a apresentação imediata do gráfico apresenta um potencial muito maior para a observação e interpretação de dados do que os gráficos obtidos convencionalmente, uma vez que estimula os alunos a fazer comparações entre variáveis e a olhar mais criticamente para os resultados obtidos. Quanto à linguagem utilizada pelos alunos foi maioritariamente não científica, cabendo ao professor ajudá-los a adquirir e utilizar linguagem mais rigorosa durante ao descreverem gráficos.

Metcalf e Tinker<sup>12</sup> dão-nos conta dos resultados obtidos, em 2001-2002, num projecto de dois anos que tinha como finalidade testar a praticabilidade e o valor educacional dos SATD em Ciências, ao nível do ensino básico. Participaram 30 professores no primeiro ano e 8 desses 30 no segundo ano. Os alunos envolvidos realizaram actividades com SATD ao longo de duas unidades de ensino e efectuaram um pré-teste e um pós-teste. A comparação dos resultados obtidos no pré-teste com os resultados obtidos no pós-teste mostrou que os SATD contribuíram para melhorar a aprendizagem dos alunos, facilitando a compreensão dos conceitos e a mudança de concepções alternativas. As melhorias registadas foram de cerca de 20% do pré-teste para o pós-teste. De acordo com dados obtidos através das entrevistas realizadas aos professores, os alunos aprenderam bastante e não demonstraram dificuldades no manuseamento deste tipo de recurso.

---

<sup>12</sup> [http://www.concord.org/publications/files/narst\\_teemss\\_paper.pdf](http://www.concord.org/publications/files/narst_teemss_paper.pdf)

Através da consulta de literatura de especialidade sobre a utilização dos SATD no ensino, Zucker (2007)<sup>13</sup> verificou que, ao nível do ensino secundário, a utilização dos SATD nas Ciências ajuda os alunos a compreender melhor e mais rapidamente os conceitos. Contudo, ao nível do ensino básico, constatou que o recurso a esta ferramenta TIC tem sido mais escasso, existindo pouca investigação sobre os seus efeitos nesta faixa etária.

Na tentativa de averiguar as potencialidades e implicações dos SATD no ensino básico, foi realizado, entre 2004 e 2007, igualmente no âmbito do Projecto TEEMSS, um estudo em que foram planificadas e implementadas 15 unidades de Ciências suportadas pela tecnologia, 5 para cada nível (3-4, 5-6 e 7-8), e desenvolvidos materiais auxiliares para os professores, nomeadamente alguns guiões e um curso *online* de desenvolvimento profissional. Participaram nesta investigação mais de 70 professores de 18 escolas, que utilizaram as referidas unidades nos três anos lectivos de duração do projecto. Comparando os resultados obtidos nos grupos experimental controlo, no ano lectivo de 2004-2005, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas no desempenho dos alunos em quatro das oito unidades. A propósito das actividades realizadas, um aluno do grupo experimental referiu: *“The thing I liked most about the activities was that we actually got to see what would happen rather than just learning about it.”*(p.4). Os alunos sujeitos às actividades do TEEMSS mencionaram como aspectos positivos a possibilidade de realizarem as tarefas autonomamente e de visualizarem imediatamente os gráficos, à medida que realizavam as actividades experimentais.

Os estudos analisados e apresentados nesta secção são, de uma maneira geral, consistentes quanto às potencialidades do uso dos SATD nas actividades experimentais no desenvolvimento de competências, nomeadamente dos domínios cognitivo, do raciocínio e das atitudes. Contudo, dão ainda poucas indicações acerca dos ambientes de aprendizagem gerados quando a tecnologia está presente, das mudanças que trazem ao regular funcionamento das aulas de ciências e das estratégias mais adequadas para a consecução de actividades experimentais adequadas à idade e ao nível de conhecimentos dos alunos.

---

<sup>13</sup> <http://www.concord.org/publications/newsletter/2007-fall/2007-fall-newsletter.pdf>



### 2.3.5. Limitações/Constrangimentos

Apesar das potencialidades atrás descritas, a utilização dos SATD confronta-se com algumas dificuldades, nomeadamente: (a) falta destes equipamentos e recursos nas escolas devido ao seu elevado custo; (b) falta de formação de professores neste recurso tecnológico; (c) falta de confiança dos professores no uso desta ferramenta (Choo, 2005; Newton, 2000; Rabaçal *et al.*, 2001).

No ensino secundário, a realização de actividades com SATD é uma prática mais corrente, sobretudo ao nível da Matemática, da Física e da Química e da Biologia, onde começa agora a tornar-se uma realidade. Contudo, o mesmo não se pode dizer ao nível das escolas básicas. Se no caso da Matemática e da Físico-Química são realizadas, com alguma frequência, acções de formação dirigidas à aquisição de competências na manipulação com os SATD, ao nível das Ciências Naturais, este recurso tecnológico ainda se encontra pouco difundido, sendo pouco frequente qualquer formação na área. Além disso, as escolas do ensino básico encontram-se maioritariamente pior apetrechadas em termos de equipamentos e recursos do que as escolas secundárias. Assim sendo, apesar das suas potencialidades, os SATD ainda correspondem a uma tecnologia pouco utilizada ao nível desta área curricular disciplinar.

Actualmente, caso as escolas não tenham verbas disponíveis para a aquisição dos SATD, a aplicação de actividades envolvendo estes sistemas é possível através do programa de empréstimos que algumas empresas detentoras destes equipamentos estabelecem com as escolas interessadas por um período de 2 a 3 semanas. De acordo com as informações facultadas pela *Texas Instruments*, as escolas que já aderiram a este programa de empréstimo manifestam um enorme desejo em continuar a implementar este tipo de actividades nas suas aulas e são unânimes em afirmar que os SATD constituem uma ferramenta à qual estão associadas inúmeras vantagens. Outra alternativa passa por recorrer ao Centro de Ciência Viva mais próximo e solicitar a sua colaboração para a consecução de uma determinada actividade.

O facto de inúmeros professores não estarem ainda convencidos da relevância pedagógica e do alcance da utilização deste recurso tecnológico na sala de aula resulta frequentemente da falta de formação na área. A este propósito argumentam que deveria haver mais estudos para comprovar realmente as suas vantagens no processo de ensino-aprendizagem das Ciências Naturais, o que torna esta investigação bastante pertinente.

A falta de protocolos experimentais envolvendo SATD, principalmente em Português, constitui outro constrangimento frequentemente citado pelos professores.

A utilização deste equipamento implica ainda uma preparação acrescida dos professores antes da realização de actividades, devido à sua inexperiência em trabalhar com este tipo de tecnologia e à necessidade imperativa de testar previamente os equipamentos e proceder a uma análise crítica dos resultados. Deste modo, o elevado tempo envolvido na preparação destas actividades constitui outro dos principais aspectos apontados pelos professores como dissuasores para a sua utilização na sala de aula. (Dixon, 2008; Newton, 2000; Rabaçal *et al.*, 2001). Uma possível alternativa passa pelo trabalho em equipa dos professores do grupo disciplinar.

### ***2.3.6. Condições para a Implementação de Actividades com SATD***

Quando um professor tenciona realizar actividades com SATD, uma das condições que se reveste de extrema importância prende-se com a necessidade de estar familiarizado com esta ferramenta e apresentar auto-confiança durante seu manuseamento, o que implica tempo e treino. De igual forma, para que os alunos consigam realizar uma actividade deste tipo, previamente o professor deve dedicar uma ou duas aulas para simples treino e familiarização com os SATD (Deaney *et al.*, 2006).

A forma como os professores organizam a sala de aula, as instruções que fornecem, o protocolo que distribuem e a afinidade que estabelecem com os alunos constituem outras características que influenciam o decurso das actividades com SATD e a qualidade das discussões. Nestas actividades, os objectivos devem ser bem clarificados e deve ser criado um ambiente de aprendizagem onde os alunos façam questões, explorem ideias e assumam responsabilidades no seu trabalho (Barton, 1997; Rogers, 1997). Outro aspecto fundamental consiste em reduzir ao máximo a complexidade técnica das tarefas a realizar, pois isso conduz a uma maior acessibilidade por parte dos utilizadores e minimiza o impacto ao nível da organização e controlo na sala de aula, transformando estes sistemas em ferramentas familiares e de fácil manuseamento (Newton, 2000).

Newton (1998), citando uma investigação de Mercer (1995), refere que ao serem realizadas actividades com SATD, os professores devem encorajar os alunos, antes de iniciarem a actividade experimental, a discutir sobre os resultados que esperam obter e seguidamente a debaterem ideias durante toda a actividade acerca dos dados que vão

recolhendo. Ainda Newton (1998), baseando-se nas conclusões de um estudo por si desenvolvido e já anteriormente descrito no ponto 2.3.4., menciona que durante a realização de actividades experimentais, os alunos necessitam de apoio para identificar as ideias principais e distinguir o essencial do acessório. No caso em particular de actividades com SATD sugere como possível estratégia pedir-lhes que coloquem hipóteses sobre os resultados que esperam obter e que procedam ao confronto das várias hipóteses formuladas. Outro aspecto salientado por este autor prende-se com o facto de os alunos revelarem dificuldades em escrever as suas ideias, isto é, passá-las ao papel. Dar inícios de frases tipo corresponde a uma metodologia bastante utilizada nas aulas de Matemática e que pode ser igualmente aplicada nas Ciências. Verificou-se ainda que os alunos normalmente são pouco críticos perante os resultados obtidos e revelam enormes dificuldades na interpretação e análise de gráficos, pelo que é determinante o professor estar atento e ajudá-los no desenvolvimento destas duas competências.

## **2.4. Aprendizagem por Problemas**

De acordo com Moreira e Costa (1999), os resultados de estudos na área das metodologias didácticas são consensuais quanto à necessidade da actividade docente passar a ser planificada no sentido de atribuir aos alunos um papel mais activo e interventivo na sua aprendizagem, desde a identificação de problemas até à proposta de soluções para os mesmos.

Neste contexto, a planificação de actividades experimentais de investigação suportadas pelos SATD, seguindo os pressupostos da Aprendizagem por Problemas (APP), poderá constituir uma mais-valia para o desenvolvimento de competências nos alunos. Tal é corroborado pelo facto de na APP se promover uma maior autonomia dos alunos na condução da aprendizagem e simultaneamente se estimular o desenvolvimento de competências de resolução de problemas (Albanese & Mitchell, 1993; Barrows & Tamblyn, 1980; Duch, 1996).

### ***2.4.1. Origem e Características da APP***

A Aprendizagem por Problemas (APP), designação em português de *Problem-Based Learning* (PBL) utilizada por Rendas, Pinto e Gamboa (1997), teve a sua origem nos anos 60 na América do Norte (Estados Unidos da América e Canadá) e foi

inicialmente uma estratégia de ensino-aprendizagem desenhada e implementada no curso de Medicina, como consequência da insatisfação sentida com o ensino tradicional (Leite, 2001).

Fruto do sucesso alcançado, a APP alargou-se a vários países, nomeadamente Portugal (Gandra, 2001), e a outros contextos educativos e graus de ensino (Lambros, 2004), sendo actualmente utilizada em áreas muito variadas, como a arquitectura, o direito, a economia e o ensino em geral, superior e não superior (Hmelo-Silver, 2004). No caso em particular de Portugal, a APP foi implementada pela primeira vez em 1987, na disciplina de Fisiopatologia da Licenciatura em Medicina ministrada na Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Nova de Lisboa.

Em termos gerais, a APP é um método que se caracteriza pela utilização de problemas reais como contexto para o desenvolvimento, pelos alunos, de competências de resolução de problemas e aquisição de conhecimentos (Albanese & Mitchell, 1993). Mais especificamente, Galaise (2001) define APP como:

une approche pédagogique où le problème sert de motivation à l'apprentissage. Les étudiants sont confrontés au problème sans étude ou présentation préalable, ni de la matière ni du problème et ont alors à déterminer les connaissances qu'ils possèdent et celle qu'il leur manque pour solutionner le problème. L'acquisition de nouvelles connaissances se fait entre chaque rencontre de travail sur le problème, en fonction des besoins individuels. En APP, l'accent est mis sur l'analyse du problème et non sur la solution (p.141).

O problema, designado *trigger* por alguns autores ingleses (Hogg & McKay, 2007), é apresentado no início do processo de aprendizagem, cabendo aos alunos identificarem-no e esclarecer quais as informações e conhecimentos de que necessitam para a sua exploração e tentativa de resolução. É um processo mais ou menos demorado que envolve a reunião periódica dos alunos. Após a resolução do problema é esperado que os alunos utilizem os conhecimentos adquiridos e as competências desenvolvidas para resolver problemas de aplicação (Duch, 1996; West, 1992). Ao contrário do ensino tradicional, onde a aprendizagem tende a ocorrer do abstracto para o concreto, começando os professores por introduzir os conceitos e fornecer informações aos alunos, de acordo com a APP são os alunos que, perante o problema, definem os seus objectivos de aprendizagem e, de acordo com eles, procuram a informação adequada e adquirem os conhecimentos necessários. Deste modo, pode dizer-se que a APP consiste numa modalidade de ensino centrada no aluno, em que a aprendizagem ocorre através

da resolução de problemas e da reflexão sobre as experiências ocorridas (Barrows & Tamblyn, 1980). O seu objectivo não é, assim, proporcionar aos alunos a oportunidade de resolverem problemas, mas sim a oportunidade de realizarem aprendizagens significativas partindo da resolução de problemas (Davis & Harden, 1999).

Este método de ensino-aprendizagem é implementado em pequenos grupos, sob a supervisão de um tutor (que pode ser o professor ou outra pessoa com formação adequada para desempenhar o papel de tutor). Os alunos são colocados a trabalhar colaborativamente em grupos de quatro a oito elementos (grupos tutoriais), funcionando o tutor como facilitador da aprendizagem, orientando os alunos (Schmidt, 1993).

A APP apresenta seis características fundamentais:

- a aprendizagem é centrada no aluno, assumindo este maior responsabilidade no processo de aquisição de conhecimentos;
- a aprendizagem ocorre em pequenos grupos com a orientação do tutor;
- o tutor funciona como um facilitador ou orientador;
- o ponto de partida para a aprendizagem corresponde ao contacto com problemas reais;
- o problema é o instrumento através do qual são alcançados o conhecimento e as aptidões de resolução problemas;
- a informação nova é obtida através de auto-aprendizagem (Dochy, Segers, Van den Bossche & Gijbels, 2003; Tan, 2005).

### ***2.4.2. Objectivos da APP***

Leite (2001), citando Engel (1997), refere que a APP deve ser utilizada quando se pretende atingir dois grandes objectivos: “ajudar os alunos a tornarem-se proficientes num conjunto de competências (de trabalho, de cooperação, de raciocínio, etc.) generalizáveis [...] e criar condições favoráveis à aprendizagem ao longo da vida” (p.255). Nesta linha, de acordo com Barrows e Kelson (1995), a APP foi desenhada com o objectivo de ajudar os alunos a: (i) construírem uma base ampla e flexível de conhecimentos; (ii) desenvolverem competências de resolução de problemas; (iii) desenvolverem competências de aprendizagem auto-dirigidas e duradouras, tornando-se mais autónomos na sua própria aprendizagem; (iv) desenvolverem o pensamento crítico e independente; (v) tornarem-se colaboradores efectivos; (vi) ficarem mais motivados para aprender.

Em suma e perspectivando a aplicação da APP no processo de ensino-aprendizagem de Ciências em alunos do 8º ano, este método promove uma aprendizagem activa, autónoma e significativa a partir de situações reais em que os alunos desenvolvem competências de raciocínio e de tomada de decisão através do reconhecimento da relevância da informação recolhida, da selecção dos recursos apropriados e do trabalho colaborativo com os seus pares.

### ***2.4.3. Implementação da APP***

Quando se pretende operacionalizar, planificar e implementar actividades num contexto de APP é necessário ter em conta quatro aspectos fundamentais: a construção dos problemas, as fases constituintes das sessões tutoriais, a constituição e modo de funcionamento dos grupos tutoriais e o papel do professor tutor.

#### **Construção de Problemas**

Os problemas constituem um elemento chave na APP. Hoffman e Ritchie (1997), citando Bridges (1992), referem problema como qualquer situação para a qual um indivíduo desconhece a resposta. Pode ser resolúvel com base em papel e lápis, requerer a utilização de actividades laboratoriais, de trabalho de campo, de meios informáticos, de entrevistas, etc. (Leite, 2001) e pode não ter necessariamente uma única resposta correcta, embora seja necessário que os alunos coloquem diferentes hipóteses e que encontrem argumentos válidos que as sustentem/comprovem ou refutem (Lopes, 1994).

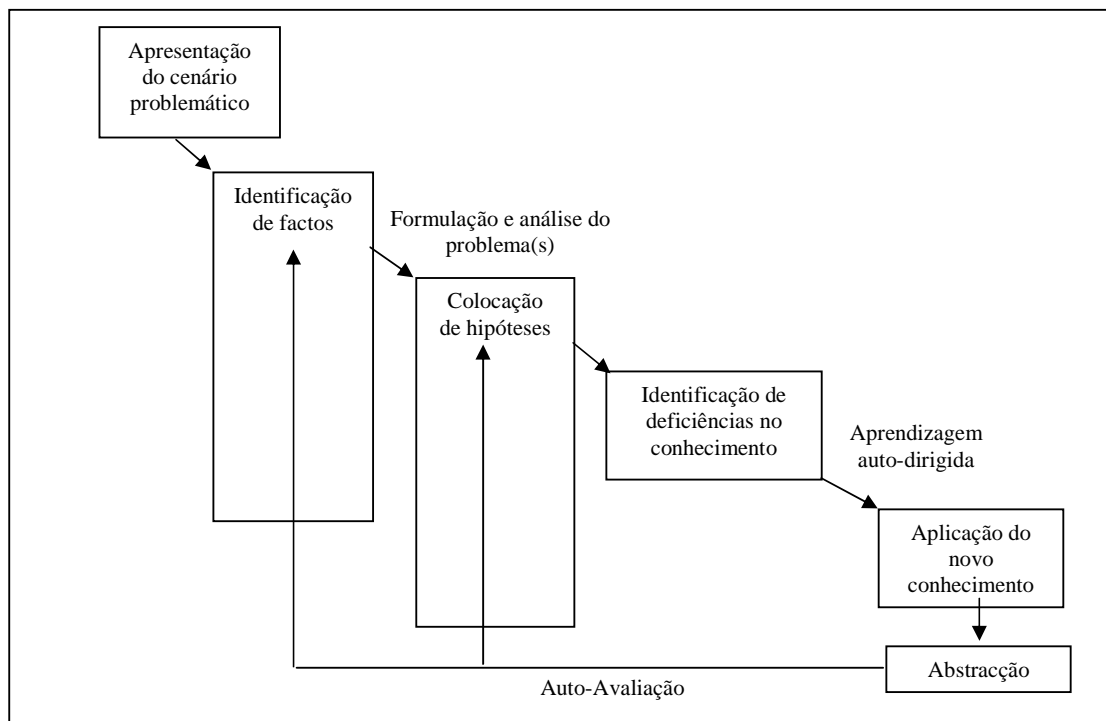
Para a construção de problemas eficazes, Dolmans, Snellen-Balendong, Wolfhagen e van der Vleuten (1997) recomendam os seguintes sete princípios:

- O conteúdo dos problemas deve adequar-se ao conhecimento prévio que os alunos possuem, facilitando a utilização desse conhecimento;
- O problema deve conter pistas que estimulem a elaboração do conhecimento, mas apenas as que sejam relevantes;
- Os conceitos devem ter por base situações problemáticas reais para promover a integração do conhecimento;
- O problema deve dirigir-se a um ou mais objectivos do programa, evitando que os alunos se dispersem por assuntos não relevantes.

- O problema deve estimular a auto-aprendizagem ao permitir a identificação de questões de aprendizagem e ao conduzir a pesquisas bibliográficas, pelo que a apresentação da informação não pode ser demasiado estruturada;
- O problema deve promover o interesse dos alunos sobre o assunto ao permitir a discussão sobre possíveis soluções e ao facilitar a exploração de alternativas;

## Sessões Tutoriais

De acordo com Barell (2007), Hmelo-Silver (2004) e Lambros (2002; 2004), o processo geral de implementação de actividades sustentadas na APP envolve 6 etapas, conforme ilustrado na Figura 6.



*Figura 6.* Representação esquemática do processo de APP (adaptada de Hmelo-Silver, 2004).

O processo inicia-se com a confrontação dos alunos com situações-problema do quotidiano como estímulo e meio de motivação para os temas que serão abordados e discutidos e como ponto de partida para a aprendizagem, através da procura das informações necessárias à compreensão do mecanismo responsável por esses problemas, numa tentativa de dar-lhes resposta (Hmelo-Silver, 2004). A apresentação

das situações-problema pode ser feita através de uma afirmação, um excerto de um texto ou vídeo, uma imagem, uma banda desenhada ou qualquer outro recurso que abra a discussão em torno de um tema e conduza à formulação de um problema.

Seguidamente, a partir da análise do(s) contexto(s) problemático(s), os alunos identificam os factos mais relevantes e são conduzidos a enunciar e analisar o problema. Nesta etapa, o professor deve apenas clarificar os problemas formulados e rejeitar problemas irrelevantes. Depois chega o momento de formularem hipóteses (Hmelo-Silver, 2004).

Na quarta etapa, os alunos começam por seleccionar os termos ou assuntos nele presentes que lhes suscitem dúvidas, são pouco familiares ou desconhecidos e delinear aquilo que precisam de conhecer melhor para compreender(em) e resolver(em) tal(ais) obstáculo(s) (Hmelo-Silver, 2004). Posto isto, pesquisam informações autonomamente, através do recurso a diferentes tipos de fontes de informação (ex: livros, revistas, jornais, internet, relatórios), algumas das quais fornecidas pelo professor (Charlin, Mann & Hansen, 1998), à recolha de dados junto de pessoas e entidades diversas e à realização de actividades experimentais e saídas de campo (Davis & Harden, 1999; Leite & Afonso, 2001).

Na penúltima etapa, os alunos reflectem sobre os dados/resultados obtidos, confrontando-os com as hipóteses enunciadas previamente (aprendizagem auto-dirigida) e organizam as novas aprendizagens, aplicando as competências desenvolvidas e os conhecimentos adquiridos (Hmelo-Silver, 2004).

Na sexta e última etapa, ocorre a abstracção, isto é, os alunos avançam com possíveis conclusões para o problema e efectuem uma síntese final dos conhecimentos obtidos e/ou competências desenvolvidas. Ainda nesta etapa os alunos procedem a uma avaliação de todo o processo, quer em termos de eficácia da aprendizagem, quer em termos de contributo para o seu desenvolvimento enquanto cidadãos. Em algumas situações, identificam novas áreas de aprendizagem, ora porque a(s) solução(ões) encontrada(s) não os satisfaz(em), ora porque se deparam com novos conceitos que necessitam compreender (Savery & Duffy, 2001).

Em Portugal, nas sessões/aulas planificadas e implementadas num contexto de APP, tem sido adoptado o modelo *Seven-jump* (Figura 7), desenvolvido pela Universidade de Maastricht (Bouhuijs & Gijsselaers, 1993; van der Vleuten, 2000). Este modelo embora envolva mais uma etapa, é muito semelhante ao processo descrito anteriormente.



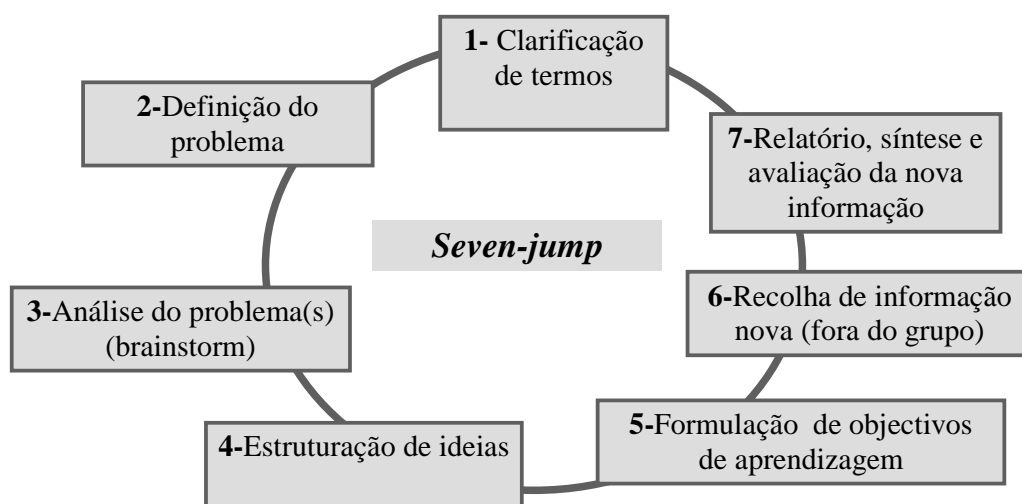


Figura 7. Sessão tutorial de acordo com o modelo *Seven-jump* (Adapt. van der Vleuten, 2000).

A sessão tem início com a apresentação do contexto problemático aos alunos que procedem à sua apreciação e clarificação dos termos e dados que não conhecem ou que não foram compreendidos. O grupo pode utilizar um dicionário, fontes multimédia ou recorrer aos conhecimentos anteriores de um dos seus membros para chegar a um consenso sobre o significado desses termos ou dados (Tremblay, 2009; van der Vleuten, 2000). Segue-se a definição do problema e o resumo da situação, bem como a identificação, pelo aluno, de lacunas nos seus conhecimentos, elaborando, neste sentido, uma lista dos elementos e dos fenómenos a explicar (van der Vleuten, 2000).

Na terceira etapa, os alunos analisam o problema através de um período de *brainstorming* nos grupos tutoriais. Nesta linha, os membros de cada grupo trocam ideias, opiniões e conhecimentos sobre os elementos do problema e posteriormente formulam hipóteses explicativas para o problema enunciado (Tremblay, 2009; van der Vleuten, 2000). Na etapa seguinte, os grupos tutoriais estruturam as ideias principais, resumindo as diversas explicações e hipóteses do problema (Tremblay, 2009).

A quinta etapa caracteriza-se pela formulação dos objectivos de aprendizagem e pela elaboração, por cada grupo tutorial, de um plano de acção (van der Vleuten, 2000), no qual deve ser estimado o tempo necessário para alcançar cada objectivo, indicadas e planificadas as actividades a realizar e enumerada a lista das fontes de informação a utilizar. Se necessário, as tarefas devem ser divididas pelos elementos do grupo (Tremblay, 2009). Nesta fase, o professor-tutor deve, sempre que necessário, ajudar os grupos a completar o seu plano de acção, sem no entanto ser demasiado directivo.

A penúltima etapa corresponde a um período de estudo individual ou em grupo, no sentido de encontrar as respostas para o problema proposto e dar resposta aos objectivos formulados. Para isso, os alunos fazem pesquisas, consultando fontes bibliográficas, outros professores e *sites* da Internet e/ou realizando actividades práticas, de forma a tentarem obter os conhecimentos que identificaram como necessários. Desta forma, pretende-se que os alunos adquiram as competências e aptidões necessárias à auto-aprendizagem. Nesta fase, as estratégias metacognitivas de organização, gestão, controlo, planificação e de regulação são essenciais (van del Vleuten, 2000).

Por último, novamente em grupo, os alunos apresentam oralmente as conclusões a que chegaram e faz-se uma síntese e avaliação da informação adquirida por todos, de modo a dar resposta aos objectivos de aprendizagem definidos inicialmente. As hipóteses e as decisões são reformuladas e este processo pode originar a identificação de novas lacunas e, portanto, de novos temas de aprendizagem. É ainda realizada a crítica das “fontes” e dos conhecimentos e raciocínios prévios (van der Vleuten, 2000). Ainda nesta última etapa, os alunos avaliam o professor e procedem a um balanço do trabalho em grupo e fazem a sua auto-avaliação (Tremblay, 2009).

## **Grupos Tutoriais**

Outro elemento chave na APP é o trabalho de grupo. Os alunos são distribuídos por grupos, designados por grupos tutoriais, e trabalham cooperativa e colaborativamente sob a supervisão do tutor, confrontando ideias e aprofundando conhecimentos. De acordo com Woods (2000), cada grupo tutorial deve ser composto por 4 a 5 elementos, de modo a que ocorra uma participação equitativa de todos os elementos do grupo. A este propósito, Lambros (2004) indica que o tamanho ideal de um grupo é aquele que, por um lado, permita o envolvimento e participação activa de todos os membros na equipa e, por outro lado, permita a máxima diversidade de experiências, perspectivas e formas de trabalho. Além da heterogeneidade num grupo de trabalho é fundamental que se verifique coesão entre os elementos do grupo, embora neste tipo de trabalho surjam sempre pequenos atritos, sobretudo quando os alunos ainda possuem poucas competências colaborativas (Savin-Baden & Major, 2004).

Na APP, o trabalho em grupos tutoriais possibilita aos alunos a oportunidade de vivenciar experiências e desenvolver competências de relação interpessoal, nomeadamente atitudes de cooperação, de respeito e de partilha e de liderança. Com

efeito, continuam Savin-Baden e Major (2004), a natureza interactiva do trabalho de grupo contribui para: (i) a promoção do levantamento dos pontos de vistas e ideias de todos os elementos; (ii) o questionamento das ideias dos outros; (iii) melhorar a expressão oral; (iv) melhorar o respeito pela opinião dos outros; (v) aumentar o conhecimento.

## **Papel do Tutor e do Aluno**

A decisão de envolver os alunos na APP implica mudanças no papel do professor e do aluno. No caso do professor, este deixa de desempenhar o papel de transmissor de conhecimentos, transformando-se num facilitador da aprendizagem colaborativa, guiando e apoiando os alunos. Torna-se assim num tutor, isto é, alguém que auxilia a aprendizagem dos alunos sem ser a fonte primária de informações nem fornecer a solução dos problemas (Barrows & Tamblyn, 1980) e que é responsável por:

- organizar as sessões de trabalho;
- gerir os recursos que são necessários para os alunos durante as sessões;
- incentivar os alunos à identificação dos objectivos de aprendizagem;
- estimular cada grupo para a formulação do problema, procura de informação e análise dos dados obtidos;
- assegurar o *feedback* rápido aos alunos;
- promover um bom ambiente de trabalho e gerir possíveis conflitos que surjam;
- assegurar a avaliação formativa ao longo de todo processo e a auto-avaliação dos alunos (Tremblay, 2009).

Como, de acordo com este método, cabe aos alunos discutir pontos de vista, o professor assume o papel de mediador no processo. Escuta atentamente as trocas de opiniões e ideias entre os elementos de cada grupo tutorial e quando questionado responde, usando as perguntas que lhe foram colocadas para explorar e estimular o pensamento dos alunos. Evitando ser o centro da discussão (Davis & Harden, 1999), o tutor estimula nos alunos a aprendizagem colaborativa, construtiva, situada e auto-dirigida (Dolmans, Gijselaers, Moust, de Grave, Wolfhagen, & van der Vleuten., 2002).

No que concerne à mudança de papel dos alunos, assiste-se à passagem de um papel passivo para um papel activo. Os alunos participam em todo o processo de ensino-aprendizagem e tornam-se responsáveis pela sua aprendizagem, o que implica que reflectam e pensem criticamente sobre o que estão a aprender e os dados que vão

obtendo. De acordo com Savin-Baden e Major (2004), operam-se seis mudanças principais no papel dos alunos quando estes são sujeitos à APP (Quadro 1).

Quadro 1

*Papel do aluno no ensino tradicional e na APP*

<b>Papel do aluno no ensino tradicional</b>	<b>Papel do aluno na APP</b>
Ouvinte passivo	Interveniente activo
Aprendizagem centrada no professor Aprendizagem por transmissão-recepção	Aprendizagem centrada no aluno (auto-direccionada e auto-regulatória) Aprendizagem colaborativa (grupos tutoriais)
Expõe as suas ideias de forma cautelosa e evita emitir opiniões	Expõe abertamente as suas ideias, argumenta a sua posição e opina espontaneamente
Valoriza-se a memorização	Valoriza-se a compreensão dos conteúdos
Escuta	Coopera, colabora, partilha
Procura-se a resposta correcta	Procura-se possíveis soluções

#### ***2.4.4. Potencialidades e Implicações da APP na Aprendizagem***

Na literatura de especialidade podem encontrar-se diversos estudos centrados na avaliação das eventuais vantagens de um ensino orientado para a APP. Vários têm sido os autores que têm atestado acerca das potencialidades e implicações da APP na aprendizagem.

Acredita-se que a APP conduz não só à compreensão dos princípios científicos subjacentes ao problema (Dochy *et al.*, 2003; Duch, 1996), mas também ao desenvolvimento de competências específicas dos domínios do conhecimento substantivo e processual, do raciocínio e da comunicação e ainda ao desenvolvimento de competências gerais, relacionadas com resolução de problemas, tomada de decisão, pesquisa e utilização de informação, autonomia e criatividade. Sendo o processo realizado em grupo, poderá conduzir também ao desenvolvimento de competências de relacionamento interpessoal, nomeadamente cooperação, respeito pelas ideias dos outros e tolerância (Lambros, 2004; Leite & Afonso, 2001). Por outras palavras, segundo Hmelo-Silver (2004), Savin-Baden (2000) e Savin-Baden e Major (2004), a APP pode contribuir para que o aluno aprenda a aprender e desenvolva competências fundamentais ao longo da sua vida, quer a nível pessoal quer a nível profissional.

A propósito das primazias da APP na aprendizagem, Bridges (1992), a partir da consulta de estudos realizados nesta área, afirma que os alunos sujeitos a APP (i) desenvolvem atitudes mais positivas relativamente à aprendizagem; (ii) tendem a tentar compreender o significado dos conceitos e os fenómenos em estudo, em vez de se limitarem a decorar e reproduzir o que é veiculado pelo professor; (iii) revelam um acentuado desenvolvimento do conhecimento durante o período do estudo; (iv) mostram-se mais motivados para a aprendizagem. Aquele autor afirma também que este método pode aumentar a capacidade de transferência de competências e conhecimentos da sala de aula para o mundo do trabalho e contribuir para a melhoria do desenvolvimento cognitivo e do desempenho académico, bem como para o desenvolvimento das capacidades de resolução de problemas e de trabalho em grupo, competências essenciais no desempenho profissional. O programa de uma disciplina ser cumprido em menos tempo e de forma mais eficaz e verificarem-se menos desistências de alunos do que no caso de alunos sujeitos a um ambiente de aprendizagem tradicional são outras vantagens evidenciadas.

Estudos mais recentes nesta área têm corroborado as afirmações de Bridges (1992), mostrando e comprovando as vantagens do recurso à APP. No domínio da aquisição de conhecimentos, Hmelo-Silver (1998) realizou um estudo quasi-experimental com alunos do primeiro ano de medicina, no qual comparou um grupo submetido a um ensino tradicional (grupo controlo) com um grupo sujeito a um ensino baseado na APP (grupo experimental), tendo verificado que os alunos sujeitos ao currículo APP passaram a conseguir formular hipóteses e elaborar explicações coerentes e estruturadas mais facilmente do que os alunos sujeitos ao currículo tradicional. Também Dochy *et al.* (2003), a partir de estudos sobre a aplicação de conhecimentos, verificaram que os alunos sujeitos a APP tiveram melhores desempenhos do que os alunos sujeitos ao modelo de ensino tradicional. No entanto, ao nível dos conhecimentos factuais, não se registou qualquer benefício.

Se, por um lado, alguns investigadores se têm dedicado ao estudo da influência da APP na aprendizagem de conhecimentos, por outro lado, outros têm incidido os seus estudos na avaliação dos efeitos de um ensino orientado para APP no desenvolvimento de competências de resolução problemas.

Gandra (2001), por exemplo, desenvolveu um estudo com duas turmas do 9º ano de escolaridade da ES/3 de S. Pedro da Cova (TC=24 e TE=21), na disciplina de Ciências Físico-Químicas, com o propósito de comparar o desenvolvimento de

competências dos alunos em resolução de problemas nos alunos sujeitos a APP com o desenvolvimento dessas competências em alunos sujeitos a uma metodologia tradicional, isto é, baseada na sugestão do manual escolar adoptado na escola. Foi ministrada a unidade “Transportes e Segurança” durante 24 aulas de 50 minutos, na turma experimental, e 20 aulas de 50 minutos, na turma controlo. Ambas as turmas realizaram um teste de aferição de desempenho na resolução de situações problemáticas antes e após o ensino, cuja comparação revelou que, embora os alunos submetidos ao ensino tradicional tenham evoluído em algumas das competências de resolução de problemas, os alunos sujeitos à APP evoluíram de modo mais significativo. Como competências de resolução de problemas salientam-se: estruturar informações relacionadas com o problema, estabelecer relações entre os diversos elementos do problema, formular hipóteses, pesquisar e recolher informações relacionadas com o problema, racionar, analisar e sintetizar informações (Barrows & Tamblyn, 1980).

Na área das Ciências Naturais, Carvalho (2009) estudou as vantagens da utilização da APP relativamente a uma metodologia de ensino centrada no professor. Participaram neste estudo duas turmas do 9º ano de escolaridade, uma funcionando como turma experimental (APP) e outra como turma controlo (ensino expositivo). Através de um teste de conhecimentos e de competências de resolução de problemas, que foi usado como pré e pós-teste, comparou as duas turmas ao nível dos conhecimentos conceptuais adquiridos pelos alunos e das competências de resolução de problemas desenvolvidas. Como instrumentos de recolha de dados utilizou também, na turma experimental, um questionário de opinião e procedeu a algumas notas de campo. Os resultados mostraram que os alunos alcançaram um nível de aquisição de conhecimentos conceptuais ligeiramente superior ao alcançado pelos alunos da turma controlo, bem como um melhor nível de desenvolvimento de competências de resolução de problemas. Além disso, os alunos apreciaram esta estratégia de ensino-aprendizagem, embora refiram ter sentido algumas dificuldades na hierarquização das questões, na selecção e síntese da informação e na comunicação dos resultados.

Com o objectivo de analisar as opiniões dos alunos sujeitos a um ensino orientado para a APP na disciplina de Metodologia da Física e da Química do 4º ano da Licenciatura em Ensino da Física e Química na Universidade do Minho, no módulo “Concepções Alternativas e Mudança Conceptual”, Leite e Esteves (2005) realizaram um estudo no ano lectivo de 2004/2005, no qual participaram 33 estudantes universitários. Tendo em conta o objectivo do estudo, foi utilizado o inquérito por

questionário como técnica e instrumento de recolha de dados. Os resultados obtidos indicaram que: (i) a maioria dos alunos sentiu-se mais motivada e envolvida no processo de aprendizagem com esta estratégia de ensino; (ii) os alunos gostaram de pesquisar, embora tenham considerado excessiva a quantidade de bibliografia a analisar; (iii) alguns alunos melhoraram a sua autonomia, enquanto outros afirmaram que a falta de autonomia lhes provocou dificuldades, facto que reflecte a necessidade que os alunos têm de ter tempo para se habituarem a “aprender a aprender”; (iv) esta estratégia teve efeitos metacognitivos, uma vez que muitos alunos tomaram consciência das suas dificuldades e lacunas científicas.

Outros estudos nacionais no âmbito das potencialidades da APP na aprendizagem são os de:

- Fartura (2007) que investigou o impacte da estratégia APP no desenvolvimento de capacidades de pensamento crítico, na (re)construção de conhecimento e na promoção de atitudes, entre Janeiro e Junho de 2006, numa turma de 12 alunos do 1º e 3º anos do 1º Ciclo do Ensino Básico. A partir do tratamento das informações obtidas através das listas de verificação, dos questionários e dos diários do professor/investigador, concluiu que a APP contribui para o desenvolvimento de capacidades de pensamento crítico, (re)construção do conhecimento e atitudes nos alunos do 1ºCEB.
- Leite (2001), que citando Margetson (1997), salientou que currículos estruturados segundo a APP “encorajam a abertura de espírito, a reflexão, o espírito crítico e a aprendizagem activa, mas implicam uma diminuição do controlo do professor sobre o aluno e a aprendizagem que efectua” (p.255).
- Fernandes (2008) confirmou a aplicabilidade da APP a alunos do 5º ano do Ensino Básico e o papel do recurso às TIC, em particular do uso de uma plataforma de gestão de aprendizagem (Moodle) no desbloquear dos constrangimentos de tempo relacionados com a aplicação deste método.
- Pereira (2007) propôs este método como estratégia de exploração de um programa educativo multimédia em suporte CD-ROM sobre Astronomia, dirigido a alunos de Física-Química do 9ºano.
- Almeida e Chagas (2007) propuseram este método como estratégia de exploração de um projecto educativo na WWW sobre o ensino experimental em ciências para o 1º ciclo.

Por último, no que respeita ao desenvolvimento de competências de relacionamento interpessoal, Lambros (2002; 2004) afirma que a APP promove uma maior aproximação e interacção entre professor e alunos, bem como a partilha, por parte do professor, do entusiasmo dos alunos resultante da descoberta e realização das tarefas.

Assim, de um modo geral, estes estudos sugerem que o ensino orientado para APP produz um efeito positivo nos alunos, quer em termos de aprendizagem de conceitos quer em termos de desenvolvimento de competências de resolução de problemas e motivação para a aprendizagem. Ao constituir um processo de aprendizagem flexível, proporciona também aos alunos a possibilidade de construírem o seu próprio conhecimento e permite-lhes melhorar a capacidade de reflexão, pensamento crítico e tomada de decisão.

Ademais, os alunos que aprendem através da APP aparentam estar melhor preparados para conseguir aplicar os seus conhecimentos em novas situações, bem como utilizar de forma mais eficaz estratégias de auto-aprendizagem do que os alunos que têm sido submetidos à metodologia tradicional. Importa referir que os alunos reagem bem a este tipo de ensino e que consideram que aprendem mais e melhor, apesar das dificuldades de adaptação inicial (Lambros, 2004).

#### ***2.4.5. APP no Trabalho Experimental***

Esteves e Leite (2006) expõem no seu artigo um estudo realizado com o objectivo de analisar a reacção e opinião de 38 professores de física sobre a forma de implementação de actividades experimentais do tipo laboratorial num contexto de APP. Os professores começaram por ser convidados a assistir a um vídeo, no qual quatro professores de ciências discutiam as vantagens da utilização da APP durante a realização de actividades laboratoriais, e seguidamente foi-lhes solicitado que formassem questões acerca desse mesmo vídeo. Depois, em pequenos grupos, discutiram as questões formuladas e tentaram responder-lhes. A partir das respostas dos professores a um questionário de opinião e da análise das gravações vídeo das discussões, as autoras verificaram que os professores gostaram desta nova estratégia, considerando que ajuda ao desenvolvimento de competências meta-cognitivas e sociais.

Face às potencialidades da APP, que têm sido progressivamente corroboradas por estudos publicados em revistas de referência, e aos resultados do estudo de Esteves e Leite (2006), a associação da APP ao trabalho experimental parece constituir uma



estratégia pertinente e uma forma enriquecedora de operacionalizar o uso dos SATD no trabalho experimental.

Como modelo para a resolução de um problema por via experimental, pode ser seguido o modelo proposto no programa de Física e Química B do 10º Ano de Escolaridade (DES, 2001), apresentado na Figura 8.

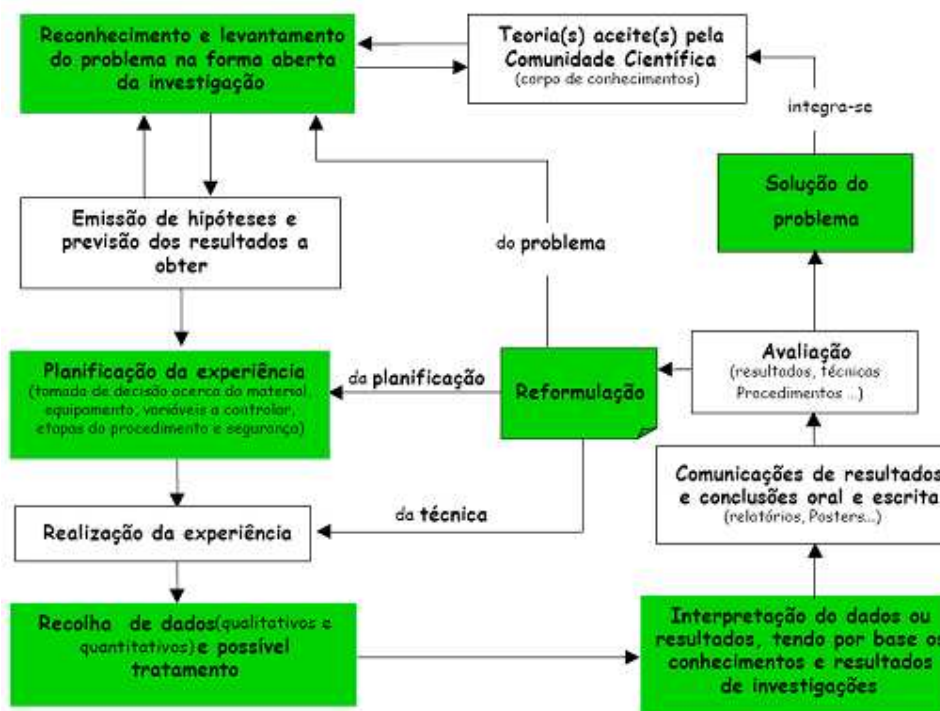


Figura 8. Proposta de modelo para a resolução de um problema por via experimental (DES, 2001, p.25).

#### 2.4.6. Problemas Associados à APP na Sala de Aula

Uma das barreiras inerentes à implementação de APP reside no desconforto sentido pelos alunos perante um grau de liberdade muito grande relativamente ao controlo da actividade a realizar. Os alunos tendem a sentir-se um pouco perdidos e desorientados, sem saber como proceder para tentar resolver um determinado problema, pois estão habituados a que o professor desempenhe um papel mais controlador e orientador (Hmelo-Silver, 2004).

Dias (2004) descreve constrangimentos referentes ao professor e aos alunos. Relativamente ao professor indica a falta de prática no método e no que concerne aos alunos, refere a resistência a um método diferente dos utilizados nas restantes

disciplinas, as dificuldades em enunciar problemas, a pouca autonomia e a dificuldade na gestão da própria aprendizagem e na tomada de decisões.

Outro problema consiste no elevado número de horas necessário para conceber uma unidade de ensino num contexto de APP. De acordo com Bridges (1992), um professor demora entre 120 a 160 horas a analisar, planificar e desenvolver uma unidade segundo a APP que apenas irá envolver os alunos durante uma a duas semanas.

Na literatura de especialidade surgem ainda referenciadas outras barreiras. Segundo West (1992) e Lambros (2004), os professores continuam a apresentar algumas dificuldades ao nível da monitorização do processo de investigação desenvolvido pelos alunos, caindo facilmente no erro de intervir em demasia e tornando-se muito directivos nas recomendações de fontes de informação a consultar e nos dados a utilizar.

O tempo dispendido nas várias fases do processo exige, também, especial atenção por parte do professor tutor. Se não for bem gerido, os alunos podem despende demasiado tempo na tentativa de resolução de um problema, não restando tempo suficiente para a consecução de todos os objectivos inicialmente propostos (Lambros, 2004).

Por último, importa referir a necessidade de professores tutores. Por vezes, um único professor tutor não é suficiente para o número de alunos que se encontra dentro da sala (Hmelo-Silver, 2004).



### **III. METODOLOGIA**

Neste capítulo descreve-se e fundamenta-se a metodologia utilizada na investigação, estando organizado em cinco subcapítulos. No primeiro, as opções metodológicas são justificadas ao mesmo tempo que se apontam algumas das suas limitações (3.1). Segue-se uma descrição do processo de selecção e caracterização dos participantes (3.2) e das técnicas e instrumentos de recolha de dados (3.3). Por último, são descritas as etapas seguidas no estudo (3.4) e o processo de tratamento e análise dos dados (3.5.).

#### **3.1. Opções Metodológicas**

Os dois objectivos enunciados neste estudo são de natureza diferente. O primeiro é de natureza dedutiva pois implica o teste de uma hipótese, ou seja, se existem ou não diferenças estatisticamente significativas entre o desempenho de alunos sujeitos a trabalho experimental de investigação com SATD e o desempenho de alunos sujeitos a trabalho experimental de investigação sem SATD (Cohen, Manion & Morrison, 2001). O segundo objectivo é de natureza qualitativa – pretende-se descrever os ambientes de aprendizagem gerados com e sem SATD – servindo de extensão, ampliação e aprofundamento do primeiro.

Em virtude do carácter distinto dos objectivos definidos, decidiu-se descrever as opções metodológicas seguidas para dar cumprimento a cada um deles. No caso do primeiro objectivo, ponderou-se a aplicação de um desenho experimental por a selecção aleatória dos indivíduos oferecer maior garantia de controlo dos factores de validade interna. No entanto, o recurso a uma amostra aleatória de indivíduos é, por vezes, muito difícil ou mesmo impossível de concretizar (Borg & Gall, 1996; Tuckman, 2002) e no caso do presente estudo a sua aplicação verificou-se não ser viável nem desejável. Por um lado, os alunos das turmas participantes (duas turmas do 8º ano) tinham horários diferentes, não havendo coincidência de tempos lectivos livres para onde fosse possível transferir as aulas de Ciências Naturais. Por outro lado, mesmo que existissem espaços livres comuns, a sua ocupação por aulas de Ciências Naturais implicaria que fosse excedido o número máximo de horas lectivas permitidas por dia no horário dos alunos. Tuckman (2002) defende que não devem fragmentar-se turmas de forma a constituir

grupos aleatórios, devendo assumir-se esta limitação metodológica no controlo das variáveis de estudo. Assim sendo, abandonou-se a constituição de grupos de forma aleatória e adoptou-se a selecção de grupos naturais de elementos, isto é, as turmas. Embora possa considerar-se este facto uma limitação do presente estudo, a escolha não pode ser considerada tendenciosa, pois a constituição das turmas não foi realizada pela investigadora (Borg & Gall, 1996; Tuckman, 2002).

Atendendo ao facto de, na presente investigação, não ter sido possível obter uma amostra aleatória dos sujeitos, optou-se por um desenho *quasi*-experimental, com grupos não aleatórios, um grupo controlo e um grupo experimental (1x1 turma de 8º ano), aos quais foi aplicado um questionário, materializado num teste, que funcionou simultaneamente como pré e pós-teste (Campbell & Stanley, 1963). Na distribuição das turmas pelos grupos houve a preocupação de que os grupos controlo (GC) e experimental (GE) fossem o mais equilibrados possível.

No intervalo de tempo compreendido entre a aplicação do pré-teste e do pós-teste, o GE foi submetido a actividades experimentais com recurso aos SATD num contexto de aprendizagem por problemas, enquanto o GC realizou as mesmas actividades experimentais mas sem SATD e igualmente num contexto de aprendizagem por problemas.

A escolha deste desenho resultou da necessidade de comparação de grupos sujeitos a actividades diferentes para poder retirar-se ilações sobre o efeito da aplicação de actividades experimentais com recurso a SATD no desenvolvimento de competências pelos alunos. A comparação dos resultados obtidos no pré-teste e no pós-teste, quer no grupo controlo quer no grupo experimental, e a realização das actividades experimentais envolvendo os SATD no grupo experimental e das mesmas actividades experimentais sem SATD no grupo controlo permitiram monitorizar a evolução dos alunos no que respeita ao desenvolvimento das competências em estudo e, consequentemente, rejeitar ou não a hipótese nula.

Adicionalmente recorreu-se a técnicas de recolha de dados de natureza descritiva, mais precisamente à observação participante e não participante e à análise das transcrições das aulas áudio gravadas, de forma a descrever a esperada evolução nas competências em estudo e a detectar semelhanças e diferenças entre os grupos controlo e experimental.

A observação participante e não participante e a análise documental das transcrições das aulas áudio gravadas, permitiram, também, dar cumprimento ao

segundo objectivo, de modo a obter dados para a descrição detalhada dos ambientes de aprendizagem gerados. Complementarmente, foi aplicado um questionário de opinião aos alunos sobre o grau de importância e de satisfação face às actividades realizadas e à metodologia de ensino utilizada.

### **3.2. Selecção e Caracterização dos Participantes**

O estudo decorreu numa escola básica pública, com 2º e 3º ciclos, localizada no concelho de Tavira, e envolveu alunos de duas turmas do 8.º ano de escolaridade. A selecção da escola e do ano de escolaridade prendeu-se com o facto da investigadora se encontrar a leccionar nesta instituição e ter a seu cargo as seis turmas de oitavo ano da escola. No ano lectivo transacto tinha ministrado as aulas de Ciências Naturais em todas as turmas de sétimo ano de escolaridade, o que se revelou uma mais-valia, por já conhecer bem a quase totalidade dos alunos.

Para a selecção das turmas participantes no estudo foram considerados sete critérios: a dimensão das turmas, a idade dos alunos, o sexo, o aproveitamento escolar global, as retenções ao longo do percurso escolar, o nível sócio-económico e cultural em que se enquadravam e os resultados obtidos pelos alunos no pré-teste. A escolha recaiu sobre estes critérios por serem aqueles que normalmente são utilizados para a selecção e distribuição das turmas pelos grupos controlo e experimental, de forma a obter-se dois grupos o mais equivalentes possível (Morais & Neves, 2000). Para a obtenção destas informações recorreu-se às fichas biográficas preenchidas no início do ano lectivo, às pautas de avaliação do primeiro período do ano lectivo 2008/2009 e às fichas de diagnóstico que funcionaram como pré-teste.

Relativamente ao aproveitamento escolar das seis turmas de 8.º ano da escola, de acordo com as pautas de avaliação final do primeiro período, duas apresentavam bom aproveitamento (apenas 13% e 18% de alunos com três ou mais níveis inferiores a três) e noutras duas o aproveitamento era satisfatório (25% e 27% de alunos com três ou mais níveis inferiores a três). Os alunos das restantes duas turmas apresentavam globalmente mais dificuldades de compreensão e aplicação de conhecimentos, sendo o seu aproveitamento mais fraco (33% e 38% de alunos com três ou mais níveis inferiores a três). Para a realização desta investigação optou-se por recorrer apenas a duas turmas, atendendo aos recursos materiais e humanos disponíveis e ao limite de tempo previsto para a conclusão desta dissertação.

Das turmas existentes optou-se por utilizar as duas turmas com aproveitamento mediano (satisfatório). Para verificar tal possibilidade era necessário que, cumulativamente, estas turmas fossem semelhantes em termos de dimensão, média de idades e sexo dos alunos, bem como no número de retenções apresentadas pelos alunos no seu percurso escolar, no nível sócio-económico e cultural e nos resultados obtidos no pré-teste. Uma vez que todas estas condições foram verificadas nas duas turmas que apresentavam o aproveitamento satisfatório, a escolha recaiu sobre elas.

A amostra do estudo foi, portanto, constituída por duas turmas, designadas por turmas A e B, num total de 48 alunos. Cada uma das turmas era composta por 24 alunos, dos quais, na turma A, 11 eram do sexo masculino e 13 do sexo feminino, enquanto na turma B, 13 alunos eram do sexo masculino e 11 do sexo feminino.

No que respeita à idade, analisando a Figura 9 pode verificar-se que a maior parte dos alunos tinha treze anos. A média de idades dos alunos da turma A era de 13,21 anos e de 13,04 anos na turma B.

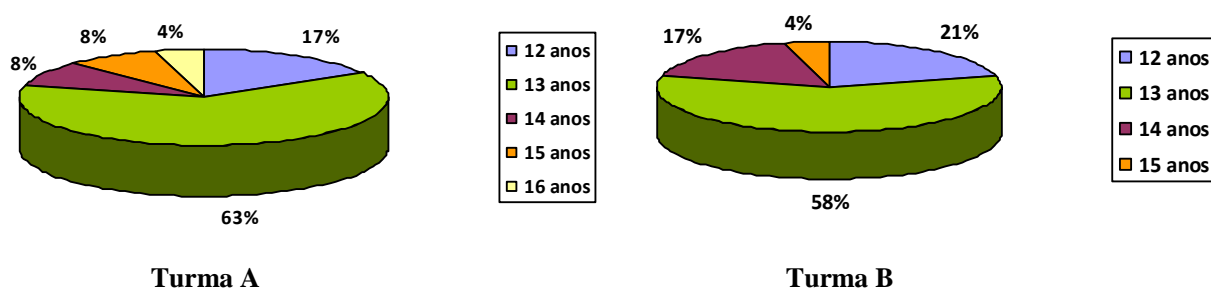


Figura 9. Idade dos alunos nas turmas participantes.

Relativamente a retenções, pela análise da Figura 10 pode verificar-se que a maioria dos alunos, quer da turma A quer da turma B, nunca tinha tido retenções no seu percurso escolar.

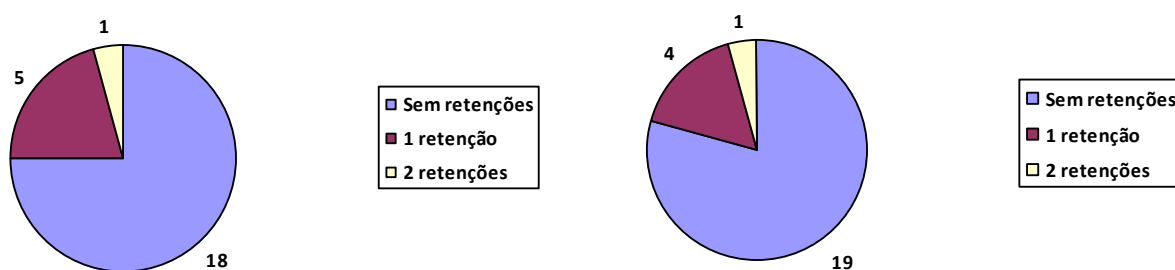


Figura 10. Retenções dos alunos nas turmas A e B, respectivamente.

O nível sócio-económico e cultural (NSEC) dos pais dos alunos participantes no estudo foi determinado a partir dos valores atribuídos às categorias profissionais e académicas da mãe e do pai. Relativamente às profissões dos pais e das mães adoptou-se a escala de profissões apresentada por Morais *et al.* (1993), constituída por seis categorias profissionais (Apêndice 1). No que respeita às habilitações académicas foi utilizada uma escala elaborada por Matos (2001), composta por seis categorias, e sustentada nos critérios estabelecidos por Morais *et al.* (1993). Uma cópia da escala utilizada encontra-se no Apêndice 2.

No Quadro 2 está indicado, para cada turma, a distribuição dos pais e das mães dos alunos pelas categorias profissionais, através do número de ordem da categoria profissional em que foram colocados, e a distribuição dos pais e das mães dos alunos pelas categorias de habilitação académica, através do número de ordem da categoria de habilitação académica em que foram colocados. Também é indicado, para cada aluno, o valor obtido para o índice nível sócio-económico e cultural da família (NSEC em percentagem). No caso dos alunos que não viviam com os pais foram utilizados os dados das pessoas com quem o aluno vivia efectivamente.

Tal como no estudo de Câmara (1995), os alunos foram divididos em dois grandes grupos em função dos valores obtidos: nível sócio-económico e cultural baixo ou classe trabalhadora para valores inferiores a 50% e nível sócio-económico e cultural elevado ou classe média para valores iguais ou superiores a 50%. Da análise do quadro verifica-se que 13 (46%) e 8 (34%) dos alunos das turmas A e B, respectivamente, pertenciam a famílias de nível económico e cultural baixo.

Quadro 2  
*Nível Sócio Económico e Cultural (NSEC) dos Alunos*

Turma A						Turma B					
Aluno	PRP	PRM	HAP	HAM <sup>14</sup>	NSEC (%)	Aluno	PRP	PRM	HAP	HAM	NSEC (%)
1	6	2	6	5	79	1	6	6	6	6	100
2	3	4	4	4	63	2	1	1	2	3	29
3	2	3	2	2	38	3	6	6	5	6	96
4	1	2	3	3	38	4	4	2	5	4	62
5	1	b)	2	2	28	5	5	4	5	5	79
6	3	2	3	5	54	6	4	4	6	5	79

<sup>14</sup> PRP/M – profissão do pai/da mãe; HAP/M – habilitação académica do pai/da mãe



7	1	2	4	5	50	7	6	6	5	4	88
8	2	2	5	4	54	8	3	3	5	5	67
9	3	3	3	3	50	9	6	6	5	4	88
10	2	2	4	4	50	10	1	1	5	5	50
11	6	b)	5	5	88	11	3	3	5	4	63
12	3	4	4	5	67	12	2	b)	2	3	39
13	1	b)	4	1	33	13	2	b)	2	2	33
14	a)	1	a)	4	42	14	1	1	2	4	33
15	1	1	3	3	33	15	2	b)	3	3	44
16	1	1	3	2	29	16	2	b)	3	2	39
17	6	6	6	6	100	17	2	2	5	5	58
18	1	1	3	2	29	18	6	6	6	6	100
19	1	1	3	2	29	19	6	4	5	5	83
20	1	1	3	3	33	20	3	6	2	5	67
21	2	1	3	3	38	21	2	3	5	5	62
22	1	1	2	2	25	22	1	b)	4	1	33
23	2	1	a)	2	25	23	2	1	2	2	29
24	3	1	4	5	54	24	2	1	5	5	54

a) o aluno não conhece o pai ou a mãe ou um dos progenitores já faleceu

b) donas de casa que não exerceram nem exerciam qualquer outra actividade

No caso da turma A, a categoria profissional com percentagem mais elevada é a 1 (10 alunos, 42%), ou seja, pais trabalhadores manuais não especializados e trabalhadores de serviços não especializados. No que toca às profissões dos pais desta turma destaca-se apenas que a categoria mais frequente estava relacionada com a construção civil. O leque de profissões das mães enquadrava-se maioritariamente nas categorias um e dois, desempenhando profissões como copeira, empregada fabril, operadora de caixa, auxiliar de acção educativa/lar ou agricultora.

No caso da turma B, as categorias profissionais com percentagem mais elevada são a 1 e a 2 (40%). No entanto, verificou-se que 25% dos pais desempenhavam profissões enquadradas na categoria seis, ao contrário do que se verificou na turma A, onde apenas 8% dos pais desempenhavam actividades enquadradas nesta categoria. No que respeita às profissões dos pais da turma B destaca-se que a categoria mais frequente estava também relacionada com a construção civil e que as mães desempenhavam profissões enquadradas maioritariamente nas categorias um e dois.

Em relação às habilitações académicas dos pais dos alunos, no caso da turma A, 56% apresentavam pelo menos dez anos de escolaridade, enquanto na turma B apenas

se encontravam nesta situação 21% dos pais. No entanto, verificou-se que a percentagem de pais com menos de 4 anos de escolaridade ou com 4/5 anos de escolaridade situava-se na ordem dos 20% em ambas as turmas (21% na turma A e 23% na turma B). Na turma B, 29% dos pais tinham concluído apenas o 6.º ano e 21% o 9.º ano de escolaridade.

A análise do quadro permite verificar que o nível sócio-económico e cultural das famílias da turma A era um pouco inferior ao da turma B. Contudo, as diferenças encontradas não foram consideradas relevantes, uma vez que não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre os resultados obtidos no pré-teste realizado pelos alunos das turmas A e B, tal como se poderá constatar mais à frente no item “Resultados no Pré-Teste” da secção 4.1.1 do Capítulo IV.

Em suma, a caracterização dos sujeitos da amostra do estudo no que diz respeito aos parâmetros referidos permitiu considerar não haver diferenças relevantes entre as turmas A e B, pelo que o grupo experimental e controlo foram considerados equivalentes e comparáveis, tendo-se definido a turma A como grupo controlo e a turma B como grupo experimental.

Os alunos de cada turno das turmas A e B foram distribuídos por dois grupos, cada um composto por seis elementos. A constituição destes grupos não foi aleatória, tendo a professora distribuído os alunos de modo que os grupos ficassem equilibrados, evitando que os alunos com aproveitamento menos satisfatório e/ou conversadores ficassem todos juntos, dada a experiência em actividades realizadas anteriormente e nas quais foi necessário reorganizar os grupos de trabalho.

Foram também participantes neste estudo:

- a professora de Ciências Naturais das duas turmas (P1);
- uma investigadora, professora da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, cumulativamente orientadora da investigadora deste estudo (P2).

P1 assumiu o duplo papel de professora e investigadora, enquanto o papel de P2 passou essencialmente por: (i) assistir às aulas leccionadas, quer na turma controlo, quer na turma experimental; (ii) efectuar registos durante essas aulas; (iii) elaborar relatórios das aulas observadas.

### 3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolha de Dados

Face aos objectivos desta investigação, utilizaram-se diversas técnicas e instrumentos de recolha de dados (Quadro 3).

Quadro 3

*Fontes, Técnicas e Instrumentos de Recolha de Dados*

Objectivos do Estudo	Fontes	Técnicas de Recolha de Dados	Instrumentos de Recolha de Dados
Identificar os efeitos, nos alunos, ao nível do desenvolvimento de competências dos domínios do conhecimento substantivo e processual, do raciocínio e das atitudes quando é implementada uma metodologia de trabalho experimental de investigação com recurso a SATD	Alunos (GC e GE)	Inquérito por Questionário	Teste (Pré e Pós-Teste)
	Professoras (P1 e P2)	Observação participante e não participante	Registos de campo (Relatórios elaborados)
	Alunos (GC e GE)	Análise documental	Transcrições das aulas áudio gravadas
Descrever o ambiente de aprendizagem gerado quando é seguido um ensino experimental das Ciências Naturais com SATD. □	Professoras (P1 e P2)	Observação participante e não participante	Registos de campo (Relatórios elaborados)
	Alunos (GC e GE)	Análise documental	Transcrições das aulas áudio gravadas
	Alunos (GC e GE)	Inquérito por Questionário	Questionário de opinião

#### 3.3.1. Pré e Pós-Teste

Aplicou-se, a todos os alunos da amostra, um questionário que funcionou como pré e pós-teste e que incidiu sobretudo sobre os tópicos Efeito de Estufa e Chuva Ácida, que integram a temática “Perturbações no Equilíbrio dos Ecossistemas”, constante nas Orientações Curriculares de Ciências Físico-Naturais. Ao pré-teste deu-se o nome de Ficha de Diagnóstico e ao pós-teste atribuiu-se a designação de Ficha Formativa.

Procurou-se que este questionário mantivesse a estrutura adoptada em fichas de diagnóstico/fichas formativas anteriores aplicadas a estas turmas, bem como o aspecto gráfico. Relativamente às questões, estas foram maioritariamente adaptadas de questões presentes em diferentes manuais escolares de Ciências Naturais - 8º Ano de Escolaridade disponíveis no mercado.

O questionário é constituído por 19 questões, 3 fechadas e 17 abertas. Cada uma das questões foi formulada em função da competência que se pretendia avaliar e/ou desenvolver nos alunos (Quadro 4).

Quadro 4  
Correspondência competências – questões do questionário

Competências	Competências específicas	Questão
Domínio do Conhecimento Substantivo	Conhecer termos e conceitos.	3.1
	Identificar causas para a ocorrência de um determinado fenómeno natural.	2.4
		2.5.1
	Compreender conceitos/fenómenos ambientais.	2.5.2
		3.4.
Domínio do Conhecimento Processual ou Metodológico	Planear experiências.	5.3
	Construir gráficos.	6.
	Interpretar resultados experimentais.	4.2
		4.3
Domínio do Raciocínio		1.
		2.1
		2.2
	Interpretar esquemas, figuras e gráficos.	2.3
		3.2
		3.3
		4.1
	Identificar problemas.	5.1
	Formular hipóteses.	5.2

Teve-se o cuidado de elaborar questões claras, redigidas numa linguagem acessível e adequada à faixa etária dos alunos (Cohen *et al.*, 2001). Apesar das questões serem maioritariamente abertas, a maior parte exigia uma resposta breve.

Quanto ao formato e aparência do questionário, garantiu-se: (i) a existência de espaço adequado para as respostas às questões abertas; (ii) uma impressão legível; (iii) questões devidamente numeradas e gramaticalmente correctas.

A primeira versão do questionário foi submetida a um processo de validação por uma especialista em Educação em Ciências, a quem foi solicitado o seu parecer sobre a adequação das questões, a clareza dos enunciados, a correcção da forma e a extensão do questionário. Esta deu algumas sugestões, a partir das quais foram efectuadas as devidas modificações, sendo concebida a versão final do questionário que funcionou como pré-teste (Anexo 1).

Relativamente ao pós-teste, em função de algumas questões levantadas pelos alunos durante a realização do pré-teste, procedeu-se a ajustes na questão 2, no sentido de tornar as subquestões ainda mais claras e de mais fácil compreensão. Na subquestão 2.1. substituiu-se a palavra “países” por “regiões”, uma vez que na legenda do gráfico e nos dados da tabela constavam não apenas países mas zonas mais abrangentes como “Europa Ocidental” e “Europa de Leste”. Deste modo, pretendeu-se tornar a questão mais rigorosa em termos científicos. No caso da questão 2.3., como os alunos demonstraram muitas dificuldades na compreensão do que era solicitado e foi necessária a intervenção da professora/investigadora, decidiu-se colocar a tabela junto ao gráfico, de modo a facilitar a interpretação conjunta dos dados, e modificou-se ligeiramente o enunciado da questão, de modo a torná-la mais explícita. A versão final do questionário que funcionou como pós-teste encontra-se no Anexo 2.

### ***3.3.2. Registos de Campo***

A observação, de acordo com Merriam (1988, p. 89), é “a melhor técnica a usar quando uma actividade, acontecimento ou situação pode ser observada em primeira mão”, permitindo a obtenção directa de informações.

Embora os sujeitos se possam comportar de forma diferente quando sabem que estão a ser observados, neste estudo a presença de P2, além da professora/investigadora (P1), foi fundamental, pois permitiu a recolha de dados que de outro modo certamente escapariam ao olhar da investigadora, já que se encontrava embrenhada nas actividades que estavam a ser realizadas. As razões da presença desta professora na sala de aula foram explicadas sucintamente aos alunos e em momento algum foi levantada qualquer objecção à sua permanência ou colaboração nas actividades. Os alunos, respectivos Encarregados de Educação e Conselho Executivo da escola, deram autorização, por escrito, para a observação das aulas por uma professora de outra instituição e para a gravação áudio dessas mesmas aulas.

A professora de Ciências Naturais das turmas e cumulativamente investigadora (P1) observou as aulas referentes ao estudo, seguindo a metodologia advogada por Merriam (1988). De acordo com esta metodologia, o observador deve: (i) registar o local e contexto onde decorrem as observações; (ii) descrever o número de participantes e as suas funções; (iii) descrever as actividades realizadas e as interacções entre os

participantes; (iv) registar a frequência e duração de cada observação; (v) registar outros aspectos que considere relevantes, tendo em conta os objectivos do estudo em questão.

Ao longo do processo de implementação das actividades e consequentemente das fichas de trabalho produzidas procedeu-se ao registo dos alunos que: (i) não manifestaram dificuldade; (ii) manifestaram algumas dificuldades; (iii) manifestaram muitas dificuldades na sua realização, bem como ao registo das questões em que essas dificuldades foram sentidas.

P1 que desempenhou o papel de observadora participante seguiu todas essas orientações, mas o seu foco de observação centrou-se em aspectos relacionados com a implementação das actividades nas turmas no decurso de cada aula, nas interacções professor-aluno-tecnologia, nos aspectos positivos e menos positivos das estratégias utilizadas e no ambiente de aprendizagem gerado. No final de cada aula, procedeu ao registo escrito daquilo que observou, ouviu e experienciou e ao registo de opiniões, considerações e reflexões decorrentes dessa observação, de forma a evitar a perda de dados importantes (Anexo 6). Os registos de campo foram realizados apenas após o término das aulas para que os alunos não se sentissem demasiado observados e investigados, o que, de acordo com Bodgan e Bicklen (1994), pode comprometer as suas acções e influenciar os resultados da investigação em curso.

Quanto a P2 seguiu igualmente a metodologia proposta por Merriam (1988) como observadora não participante. Em cada aula/sessão procedeu ao registo periódico (aproximadamente de dois em dois minutos) de acontecimentos e comportamentos. Estes registos serviram para traçar uma descrição geral de cada aula sob observação (Anexo 7).

### ***3.3.3. Transcrição das Aulas Áudio Gravadas***

Procedeu-se à gravação áudio de todas as sessões de trabalho realizadas na sala de aula. Para tal, foi colocado um gravador em cada grupo de trabalho, que permitiu registar as interacções entre os alunos e entre o professor e os alunos.

Idealmente, deve proceder-se à transcrição completa dos registos áudio obtidos. Contudo, este procedimento implica um trabalho muito moroso, desgastante e até dispendioso, caso seja efectuado por terceiros. Tendo em conta que este estudo foi efectuado no âmbito de uma dissertação de mestrado, a transcrição completa dos 44 registos áudio não era viável nem possível. Optou-se então pela alternativa sugerida por

Merriam (1988) – a *interview log*. P1 ouviu cada um dos registos áudio e registou os aspectos considerados relevantes para a consecução dos objectivos, transcrevendo afirmações importantes e/ou ideias expressas pelos alunos. As transcrições parciais encontram-se disponíveis no Anexo 8.

### **3.3.4. *Questionário de Opinião***

Com o objectivo de avaliar o grau de importância e satisfação dos alunos face às actividades realizadas construiu-se um questionário de opinião (Anexo 5), que foi aplicado quer ao grupo controlo quer ao grupo experimental. Para a sua construção seguiram-se os seis passos sugeridos por TenBrink (1974) para a construção de um questionário: (i) descrição da informação de que se necessita; (ii) elaboração das questões; (iii) organização das questões; (iv) escolha do modo de resposta; (v) elaboração das instruções; (vi) produção do questionário.

Relativamente ao primeiro passo, considerou-se a necessidade de saber dois tipos de informações. Por um lado, averiguar o grau de satisfação dos alunos face às actividades realizadas e, por outro lado, avaliar a importância atribuída às actividades realizadas.

No segundo passo procurou-se redigir as questões em função do tipo de informações que se pretendia obter e teve-se a preocupação de as formular de uma forma clara, concisa, objectiva, utilizando uma linguagem de fácil compreensão (Cohen & Manion, 1989).

No que se refere à organização das questões decidiu-se separá-las em dois grupos, de acordo com o tipo de informação pretendido. Deste modo, o questionário apresenta duas partes distintas. A primeira parte é constituída por seis questões e a segunda parte por três questões (Quadro 5).

As questões de cada uma das partes foram organizadas da forma que se considerou mais lógica e sequencial, tendo havido o cuidado de: (i) agrupar as questões que apelavam ao mesmo tipo de resposta; (ii) incluir informação suficiente em cada item, de modo que os alunos compreendessem efectivamente o que estava a ser perguntado (Borg & Gall, 1996).

Quadro 5

Correspondência Questão – Objectivo – Tipo de Questão e Modo de Resposta

Questão	Objectivo	Tipo de Questão e Modo de Resposta
<b>Grupo I</b>	1. Verificar o nível de interesse que as actividades realizadas suscitaram nos alunos.	Fechada - Escala tipo <i>Likert</i> , de cinco pontos, com extremos “Nada Interessantes/Muito Interessantes”
	2. Avaliar o grau de desafio provocado pelas tarefas propostas.	Fechada - Escala tipo <i>Likert</i> , de cinco pontos, com extremos “Nada desafiantes Interessantes/Muito Desafiantes”
	3. Averiguar se os alunos consideravam que as actividades desenvolvidas tinham tido ou não aspectos positivos e em caso afirmativo, que os seleccionassem.	Fechada – Escolha Múltipla
	4. Averiguar se os alunos consideravam que as actividades desenvolvidas tinham tido ou não aspectos menos positivos e em caso afirmativo, que os seleccionassem.	Fechada – Escolha Múltipla
	5. Identificar qual das actividades os alunos tinham preferido realizar e porquê.	Aberta
	6. Averiguar se os alunos gostariam de continuar a realizar actividades deste tipo e porquê.	Aberta
<b>Grupo II</b>	1. Investigar se a realização das tarefas em grupo tinha facilitado ou não a aprendizagem.	Fechada – Escala tipo <i>Likert</i> , de cinco pontos, com extremos “Nada Interessantes/Muito Interessantes”
	2. Averiguar que competências as actividades realizadas tinham contribuído para desenvolver nos alunos.	Fechada – Escala tipo <i>Likert</i> , de cinco pontos, com extremos “Nada” e “Muito”.
	3. Saber a opinião dos alunos sobre a metodologia utilizada, o ambiente gerado nas aulas e o modo como decorreu o trabalho de grupo.	3 subquestões abertas

Quanto às instruções procurou-se que fossem breves, claras e directas. Nelas constaram os objectivos do questionário, as directrizes sobre o modo de responder e foi expressa a garantia da confidencialidade dos dados recolhidos e o seu tratamento com rigor e seriedade. Este questionário foi respondido sob anonimato porque, sendo a professora também a investigadora, considerou-se ser eticamente obrigatório garantir aos alunos que as opiniões expressas não seriam identificadas, para que cada um manifestasse a sua opinião sem receio e a possibilitar uma visão mais realista da utilidade deste estudo. O anonimato foi também uma forma de assegurar a fiabilidade do instrumento.

Por último e antes da produção do questionário procedeu-se aos arranjos finais, seguindo as sugestões de Borg e Gall (1996): (i) tornar o questionário atractivo; (ii) organizar as questões de modo a que o preenchimento do questionário seja o mais fácil possível; (iii) numerar as questões e as páginas.



De acordo com Tuckman (2002), qualquer questionário em construção deve ser submetido a uma pré-testagem, isto é, deve ser administrado a uma amostra piloto antes de ser aplicado aos sujeitos da amostra do estudo. Assim sendo, tal como aconteceu com o questionário aplicado como pré e pós-teste, também este questionário de opinião foi sujeito a pré-testagem. Num primeiro momento foi submetido a um processo de validação por uma especialista em Educação em Ciências, que deu algumas sugestões, a partir das quais foram efectuadas as devidas modificações. Seguidamente, no âmbito de uma actividade prática realizada durante o primeiro período, foi administrado numa outra turma de oitavo ano. Em função das dúvidas colocadas e das observações efectuadas por alguns alunos, procedeu-se a mais alguns ajustes nas questões deste questionário.

Após a realização das actividades planificadas, o questionário construído e testado (Anexo 5) foi administrado a todos os sujeitos da amostra do estudo. Em termos globais, os alunos demoraram entre 15 e 20 minutos a responder.

### **3.4. Etapas do Estudo**

O desenho do estudo envolveu cinco etapas: estudo piloto, construção das actividades, pré-testagem, implementação das actividades e pós-testagem.

#### ***3.4.1. Estudo Piloto***

O estudo piloto decorreu no ano lectivo 2007/2008, na mesma Escola Básica onde posteriormente se realizou o estudo principal e envolveu quatro turmas do 7.º ano de escolaridade, num total de 91 alunos. Seguiu-se um desenho *quasi*-experimental, com grupos não aleatórios, um grupo controlo e um grupo experimental (2x2 turmas de 7º ano). O grupo controlo era constituído pelas turmas B e D e o grupo experimental pelas turmas A e C, cada um dos quais composto por uma turma com bom aproveitamento e outra com aproveitamento satisfatório. Foram também intervenientes neste estudo três professoras da escola: a professora P1 como observadora participante, que funcionou como investigadora e simultaneamente professora das turmas em estudo, e duas professoras como observadoras não participantes que assistiram às aulas leccionadas, quer nas turmas controlo, quer nas turmas experimentais e que efectuaram

registos com base em parâmetros previamente definidos e elaboraram relatórios das aulas observadas.

O desenho do estudo piloto envolveu quatro momentos:

1. aplicação de uma ficha (pré-teste) para diagnóstico das competências dos alunos;
2. realização de uma actividade de discussão introdutória aplicada às quatro turmas envolvidas;
3. implementação de uma actividade experimental com recurso a SATD nas turmas do grupo experimental e de uma actividade prática alternativa envolvendo o recurso a computadores nas turmas que funcionaram como controlo;
4. aplicação da mesma ficha como pós-teste.

O impacto da implementação dos SATD no ensino-aprendizagem das Ciências Naturais foi avaliado através da comparação e análise das respostas dadas ao pré-teste e ao pós-teste, da análise dos registos efectuados pela investigadora e pelas duas professoras e da análise das reflexões dos alunos.

De acordo com os Quadros 6 e 7 em que estão sistematizados os resultados obtidos no pré-teste, pela aplicação do *t*-teste, às turmas B+C e A+D, respectivamente, as diferenças entre as turmas B e C e entre as turmas A e D não foram estatisticamente significativas, pelo que os grupos controlo e experimental puderam considerar-se equivalentes quanto ao nível de competências em estudo.

Quadro 6

*Resultados no Pré-teste, pela Aplicação do t-teste às Turmas B e C*

Grupo	Média	<i>t</i>
Controlo (Turma B)	31,90%	-0,05588
Experimental (Turma C)	35,71%	
<i>t.c.</i> = 1,6810    g.l. = 39    e $\alpha=0,05$		

Quadro 7

*Resultados no Pré-teste, pela Aplicação do t-teste às Turmas A e D*

Grupo	Média	<i>t</i>
Controlo (Turma A)	39,69%	-0,05074
Experimental (Turma D)	44,48%	
<i>t.c.</i> = 1,6860    g.l.= 38    e $\alpha=0,05$		

A aplicação do pré e do pós-teste permitiu verificar que o valor da diferença das médias do grupo controlo e experimental foi muito semelhante e que ambos os grupos melhoraram o seu desempenho na ordem dos 35% (Quadro 8). No caso das turmas A e D (Quadro 9) verificou-se que o valor da diferença das médias do grupo controlo foi inferior ao valor da diferença das médias do grupo experimental em cerca de 10%, pelo que, embora ambos os grupos tenham melhorado o seu desempenho, esta melhoria foi mais elevada no grupo experimental.

Quadro 8  
*Médias e Diferença das Médias Obtidas nas Turmas B e C*

Grupo	Média (Pré-Teste)	Média (Pós-Teste)	Diferença das Médias
Controlo (Turma B)	31,90%	69,13%	37,23%
Experimental (Turma C)	35,71%	70,83%	35,12%

Quadro 9  
*Médias e Diferença das Médias Obtidas nas Turmas A e D*

Grupo	Média (Pré-Teste)	Média (Pós-Teste)	Diferença das Médias
Controlo (Turma A)	39,69%	65,16%	25,47%
Experimental (Turma D)	44,48%	80,00%	35,52%

A análise dos resultados obtidos (Quadros 10 e 11) permitiu ainda verificar que em ambos os casos não existiram diferenças estatisticamente significativas em relação ao desempenho dos alunos que foram sujeitos a trabalho experimental SATD e o desempenho dos alunos que foram sujeitos a trabalho prático alternativo.

Quadro 10  
*Resultados Obtidos no Pós-teste, pela Aplicação do t-teste às Turmas B e C*

Grupo	Média	<i>t</i>
Controlo (Turma B)	69,13	-0,01401
Experimental (Turma C)	70,83	
<i>t.c.</i> = 1.6850    g.l. = 39    e $\alpha=0.05$		

Quadro 11

*Resultados Obtidos no Pós-teste, pela Aplicação do t-teste às Turmas A e D*

Grupo	Média	<i>t</i>
Controlo (Turma A)	65,16	-0,15573
Experimental (Turma D)	80,00	
<i>t.c.</i> = 1,6860    g.l.= 38    e $\alpha=0.05$		

Relativamente à actividade experimental envolvendo os SATD, os alunos afirmaram ter gostado de a ter realizado, apontando como principais razões o facto de terem tido a oportunidade de simular o efeito de estufa e observar directamente as consequências do aumento dos gases de estufa na atmosfera e de aprender a trabalhar com novos equipamentos, como calculadoras gráficas e sensores.

A análise dos relatórios de observação das aulas revelou que as actividades realizadas, em particular as que envolveram a aplicação de SATD, suscitaram uma maior intervenção dos alunos através da argumentação e da explicitação de ideias, devido à maior disponibilidade de tempo para as discussões que ocorreram nos grupos de trabalho. As professoras observadoras não participantes realçaram que o uso dos SATD potenciou uma maior interacção entre os alunos na discussão dos resultados que iam surgindo no ecrã das calculadoras gráficas; conduziu a uma responsabilização de cada um pelas tarefas a realizar e a um aumento da autonomia; contribuiu para o respeito pelas ideias dos outros e para uma maior facilidade na aprendizagem de conceitos.

Identificaram-se, também, dois constrangimentos associados ao uso dos SATD. O primeiro prendeu-se com o elevado tempo de preparação que este tipo de actividades implicou e o segundo com a falta deste tipo de equipamentos nas escolas básicas. Contudo, caso a escola não tenha verbas disponíveis para a aquisição dos SATD, a aplicação de actividades envolvendo estes sistemas é possível através do programa de empréstimos que algumas empresas estabelecem com as escolas interessadas. O processo exige a preparação de tudo com bastante tempo de antecedência e o preenchimento do formulário de pedido de empréstimo disponível, por exemplo, em [www.ti.com](http://www.ti.com). Outra alternativa, passa por recorrer ao Centro de Ciência Viva mais próximo e solicitar a sua colaboração para a consecução de uma determinada actividade. Da nossa experiência, a equipa de colaboradores do Centro de Ciência Viva de Tavira prontificou-se de imediato a ceder as suas instalações e todo o material necessário

(sensores, computador, interface, *software*) para a realização das actividades pretendidas e a colaborar no aperfeiçoamento dos protocolos experimentais. No entanto, para que a sua implementação na sala de aula seja mais regular, o apetrechamento das escolas com este tipo de recursos revela-se, sem dúvida, uma mais-valia, pois a preparação de cada actividade exige um prévio empréstimo dos equipamentos<sup>15</sup>, o que acarreta alguma burocracia e morosidade na possibilidade de consecução das actividades em tempo útil, desmotivando o professor que pretenda utilizar este tipo de ferramenta TIC nas suas aulas, apesar de reconhecer as suas potencialidades.

A realização do estudo piloto clarificou os seguintes aspectos a ter em conta no planeamento e consecução do estudo principal:

- planear a mesma actividade experimental tanto para o grupo experimental como para o grupo controlo. A única variação consiste no recurso aos SATD no grupo experimental;
- seguir o mesmo método de ensino-aprendizagem em ambos os grupos. Optou-se pela APP pelas potencialidades que apresenta para o desenvolvimento de competências de conhecimento e de raciocínio;
- elaborar as fichas de trabalho de um modo consistente com a APP, orientando o aluno nas diferentes etapas consideradas, atendendo ao nível de conhecimentos e ao nível etário dos alunos;
- elaborar o pré e o pós-teste tendo o cuidado de cada questão ser formulada em função da competência que se pretende avaliar;
- ter em atenção factores como a organização da sala de aula, as instruções fornecidas, o protocolo distribuído e a afinidade com os alunos, pelo que tudo deve estar muito bem organizado e explícito;
- clarificar bem os objectivos e criar um ambiente de aprendizagem onde os alunos coloquem questões, explorem ideias e assumam responsabilidades no seu trabalho;
- como os alunos normalmente são pouco críticos perante os resultados obtidos e revelam elevadas dificuldades na interpretação e análise de gráficos, é fundamental que o professor esteja atento e que os oriente nestes casos.

---

<sup>15</sup> Os empréstimos são, em geral, pelo tempo máximo de 15 dias.

### 3.4.2. Construção das Actividades APP

Foram elaboradas duas fichas de trabalho (“O Efeito de Estufa e a Temperatura na Terra” e “A Chuva Ácida”) para os alunos, quer do grupo controlo quer do grupo experimental, que foram utilizadas nas aulas em que foram implementadas as actividades experimentais. As duas actividades centraram-se no tema “Sustentabilidade na Terra”, mais precisamente no subtema “Perturbação do equilíbrio dos ecossistemas”, de acordo com as orientações curriculares para as Ciências Físico-Naturais, por permitir o debate de problemáticas ambientais, em particular a relação entre o efeito de estufa e a temperatura na Terra e as consequências da chuva ácida nos monumentos feitos de calcário.

Essas fichas de trabalho, aplicadas aos dois grupos, apresentaram uma estrutura semelhante, composta por duas partes. Como metodologia de ensino-aprendizagem subjacente à organização e estruturação de ambas actividades implementadas e construção das respectivas fichas de trabalho, quer no grupo controlo quer no grupo experimental, foram seguidos os princípios da Aprendizagem por Problemas (APP), embora, a este nível, tivesse sido necessário proceder a algumas adaptações devido à faixa etária dos alunos.

De acordo com o modelo de sessão tutorial de *Seven jump* (Schmidt & Bouhuijs, citado por Bouhuijs & Gijssels, 1993, p.80), em cada grupo, os alunos devem começar por ser confrontados com uma situação problemática e proceder à clarificação dos termos e dados que não conhecem ou não compreendem. Neste sentido, a primeira parte de cada ficha começa por apresentar um pequeno texto abordando um contexto ambiental problemático (efeito de estufa e chuva ácida), a partir do qual se pede aos alunos que: (i) sublinhem as palavras e/ou ideias que não conhecem ou que lhes suscitam dúvidas; (ii) procurem obter mais informações sobre essas palavras e/ou ideias, recorrendo a livros disponíveis na biblioteca da escola ou à Internet. Relativamente à apresentação dos contextos problemáticos procurou-se que: (i) contivessem pistas que estimulassem a construção do conhecimento, mas apenas as que fossem relevantes para a formulação do problema; (ii) tivessem por base situações reais do quotidiano; (iii) promovessem o interesse dos alunos sobre o assunto.

Em seguida, de acordo com o modelo utilizado, solicita-se, a cada grupo, que formule o problema em causa em cada uma das duas actividades e que enuncie uma hipótese explicativa para o respectivo problema, tal como é sugerido nas etapas 2 e 3 do

referido modelo. A discussão em cada grupo prossegue de forma a que os alunos estruturam as suas ideias (etapa 4) e na quinta etapa elaborem um plano de acção que comprove ou refute a hipótese formulada. Este plano deve contemplar as técnicas a utilizar, os materiais necessários e o procedimento experimental a executar. Dada a faixa etária dos alunos e a sua in experiência relativamente ao trabalho experimental considerou-se que não tinham ainda a capacidade de elaborar protocolos experimentais tão específicos e detalhados, sobretudo envolvendo materiais de laboratório e dispositivos com as quais nunca tinham trabalhado. Assim, optou-se, quer no grupo controlo quer no grupo experimental, por, na segunda parte de cada actividade, fornecer um protocolo. Estes protocolos experimentais foram adaptados de protocolos disponíveis no *site* da *Vernier* e em manuais escolares de Ciências Naturais do 8º ano de escolaridade. Foram seguidos, passo a passo, por cada grupo de alunos e os resultados obtidos foram registados nas tabelas incluídas nas respectivas fichas de trabalho. De forma a orientar um pouco e a facilitar as discussões, em cada ficha constam ainda algumas questões para serem discutidas e respondidas em grupo e posteriormente debatidas a nível da turma, através da apresentação, pelo porta-voz de cada grupo, das principais conclusões a que chegaram.

A primeira versão das quatro fichas de trabalho, duas referentes à actividade “O Efeito de Estufa e a Temperatura na Terra” para o grupo experimental e o grupo controlo e duas referentes à actividade “A Chuva Ácida” foram construídas por P1, tendo sido posteriormente discutidas com P2. Ouvidas as opiniões e sugestões de P2, procedeu-se às alterações consideradas pertinentes. Após uma nova apreciação por P2, as fichas foram consideradas prontas para serem utilizadas no estudo (Anexos 3 e 4).

### ***3.4.3. Pré-Testagem***

O pré-teste foi aplicado aos alunos, quer do grupo controlo quer do grupo experimental, com o objectivo de identificar os seus conhecimentos prévios relativamente aos fenómenos do efeito de estufa e chuva ácida, bem como o nível de desenvolvimento das competências dos domínios do conhecimento e do raciocínio.

A aplicação do pré-teste aos dois grupos efectuou-se uma semana antes da implementação das actividades desenhadas, tendo os alunos demorado entre trinta e quarenta minutos a realizá-lo. Foi feito individualmente e em ambiente semelhante ao de uma ficha de avaliação, embora se tenha reforçado o carácter não avaliativo do

questionário, de forma a, por um lado, reduzir o sentimento de ansiedade face ao mesmo e/ou as expectativas de sucesso ou de fracasso que pudessem interferir nos dados obtidos e, por outro lado, diminuir a intenção de “copiar” pelo colega do lado. Solicitou-se que cada aluno respondesse com calma e da forma mais completa possível a cada uma das questões.

#### ***3.4.4. Implementação das Actividades***

No intervalo de tempo que mediou a aplicação da pré e da pós-testagem, os grupos controlo e experimental realizaram as actividades experimentais previamente planificadas. Durante os meses de Janeiro e Fevereiro de 2009, o grupo experimental realizou duas actividades envolvendo SATD, enquanto o grupo controlo foi submetido a duas actividades semelhantes mas sem envolver a utilização de SATD. No início de cada aula em que as actividades experimentais foram realizadas foi necessário proceder a uma reorganização do espaço da sala de aula, distribuindo as mesas e cadeiras de forma a constituírem-se duas grandes mesas para os grupos, uma para cada grupo de trabalho de cada turno.

Tendo sido seguidos os princípios da Aprendizagem por Problemas (APP), os alunos tiveram de, em cada uma das actividades, trabalhar cooperativa e colaborativamente em grupos tutoriais sob a supervisão da professora que funcionou como tutora, formular problemas e hipóteses, pesquisar informações, realizar uma actividade experimental, de forma a tentar dar resposta a problemas centrados em situações do quotidiano (Dochy, Segers, van den Bossche, & Gijbels, 2003) e discutir os resultados obtidos.

No caso do grupo experimental, a realização de cada actividade experimental envolvendo SATD teve a duração de 2 tempos e meio de 45 minutos, um e meio dos quais com toda a turma presente e um com os alunos divididos por turnos. A primeira aula de cada actividade experimental decorreu na biblioteca da escola e, durante os quarenta e cinco minutos, os quatro grupos de trabalho realizaram a primeira parte da ficha de trabalho. Cada grupo de trabalho começou por ler a notícia apresentada sobre o “Efeito de estufa e a Temperatura na Terra” no caso da primeira actividade e as “Chuvas Ácidas”, no caso da segunda, e sublinhar as palavras e/ou ideias que não conheciam ou que lhes suscitaram dúvidas. Seguidamente procuraram obter mais informações sobre essas palavras e/ou ideias, recorrendo a livros disponíveis e/ou à



Internet. Após estas etapas formularam o problema ambiental subjacente na notícia e uma hipótese para o problema enunciado.

Na aula seguinte, realizada por turnos no Laboratório de Ciências Naturais, foi entregue a cada aluno a parte 2 da ficha de trabalho, que consistia num protocolo experimental contendo o material por grupo e o procedimento a seguir, de forma a testarem a hipótese formulada na primeira aula. Os alunos de cada um dos dois grupos cumpriram, passo a passo, cada ponto do procedimento experimental e registaram os resultados obtidos nas tabelas nas fichas de trabalho. Durante a consecução do procedimento foram discutindo os resultados obtidos através da observação dos gráficos que foram surgindo nos ecrãs das calculadoras gráficas contendo os valores da temperatura e do pH em função do tempo decorrido e respondendo às questões formuladas no item “Discussão em Grupo”. Nos primeiros 20 minutos da terceira aula, discutiram-se os resultados obtidos pelos diferentes grupos e as respostas às questões presentes na ficha e procedeu-se a uma síntese das principais conclusões, à avaliação de todo o processo e à auto-avaliação dos alunos.

Relativamente ao grupo controlo, a implementação das actividades experimentais alternativas implicou a utilização de três tempos lectivos de 45 minutos: o primeiro tempo e o último com toda a turma e o segundo tempo com os alunos repartidos por turnos. Tal como aconteceu no grupo experimental, na primeira aula de cada actividade os alunos realizaram, em grupo e na biblioteca da escola, a primeira parte da ficha de trabalho, cumprindo exactamente as mesmas tarefas do grupo experimental. Na segunda aula, realizaram a parte 2 da ficha de trabalho, mas apenas parcialmente. Nessa aula, realizada no Laboratório de Ciências Naturais, os alunos de cada turno executaram o procedimento no protocolo experimental, registaram os resultados obtidos e construíram o respectivo gráfico, mas não tiveram tempo de discutir os resultados. Apenas na terceira aula, que teve lugar numa sala de aula regular, ocorreu a discussão em grupo das questões apresentadas na ficha e foram confrontados os resultados obtidos pelos diferentes grupos. No final, procedeu-se igualmente a uma síntese das principais conclusões e ao processo de avaliação.

Durante a implementação das actividades experimentais, P1 teve sempre o cuidado de se deslocar pelos grupos para averiguar o desenrolar do trabalho e verificar o cumprimento ou não das tarefas definidas. Para além disso:

- permaneceu pouco tempo em cada grupo, de forma a conseguir atender a todos;

- evitou transmitir definições de conceitos, mesmo quando os alunos solicitavam esse tipo de ajuda, fornecendo apenas contra-perguntas que estimulassem a discussão e ajudassem a organizar as ideias;
- procurou fornecer um *feedback* contínuo, elogiando o cumprimento das tarefas e a evolução de cada um no processo mas também corrigindo e orientando o trabalho dos alunos.

No final de cada aula, P1 elaborou registos de campo, com base nas observações efectuadas durante o decurso das aulas. P2, como observadora não participante, procedeu ao registo de acontecimentos e comportamentos durante todas as sessões da primeira actividade. As aulas foram gravadas em suporte áudio.

### ***3.4.5. Pós-Testagem***

Algumas semanas após a implementação da segunda e última actividade foi aplicada a ficha formativa (pós-teste) aos grupos experimental e controlo, seguindo as mesmas condições do pré-teste, com a finalidade de analisar as mudanças ocorridas e comparar as diferenças entre os dois grupos. A definição deste intervalo de tempo prendeu-se com o facto de se querer assegurar que as respostas não se deviam a uma memorização temporária, mas a uma aprendizagem significativa do conceito/fenómeno em estudo. No final de todo o processo, os alunos responderam a um questionário de opinião sobre as actividades desenvolvidas com o fim de esclarecer as suas atitudes relativamente às actividades experienciadas.

## **3.5. Tratamento e Análise dos Dados**

O tratamento e a análise dos dados tiveram como linha orientadora os objectivos definidos inicialmente. Deste modo, o impacto da implementação do trabalho experimental envolvendo SATD no ensino-aprendizagem das Ciências Naturais foi avaliado através da comparação e análise das respostas dadas às questões do questionário antes e após a realização das actividades, da análise de conteúdo dos registos efectuados pela investigadora (P1) e pela observadora não participante (P2), das transcrições das gravações áudio das aulas e das fichas de trabalho preenchidas pelos

alunos durante o decurso das actividades e do tratamento estatístico das respostas dadas pelos alunos às perguntas do questionário de opinião.

Nos pontos seguintes expõe-se o tratamento e análise dos dados realizados relativamente a cada um dos instrumentos de recolha de dados utilizados: pré e pós-teste (3.5.1.), registos de campo (3.5.2.), transcrição das gravações áudio (3.5.3.) e questionário de opinião (3.5.4.).

### **3.5.1. Pré e Pós-Teste**

Para efectuar o tratamento dos dados recolhidos através do pré e do pós-teste, começou-se por analisar o conteúdo das respostas e classificar cada uma delas como “Resposta Correcta/Resposta Cientificamente Aceite (CA)”, “Resposta Incompleta (INC)”, “Resposta Incorrecta/Cientificamente Não Aceite (CNA)”, “Resposta Parcialmente Correcta (PC)” ou “Não responde/Não justifica (NR/NJ)”, categorias de resposta já anteriormente utilizadas em estudos similares (Gandra, 2001; Neves, 2006). No Quadro 12 está descrito o significado atribuído a cada uma destas categorias de resposta.

Quadro 12  
*Categorias de Resposta e seu Significado*

<b>Categoria de Resposta</b>	<b>Significado</b>
<b><i>Resposta Correcta/ Cientificamente aceite (CA)</i></b>	As respostas incluídas nesta categoria contêm as ideias científicas requeridas numa resposta/explicação correcta à questão.
<b><i>Resposta Incompleta (INC)</i></b>	As respostas classificadas nesta categoria incluem apenas algumas das ideias necessárias para as respostas cientificamente aceites, mas não contêm aspectos cientificamente não aceites. Se a resposta contiver aspectos cientificamente aceites e simultaneamente não aceites não será incluída nesta categoria.
<b><i>Resposta Parcialmente Correcta (PC)</i></b>	Todas as respostas que, sendo compreensíveis, contenham, simultaneamente, aspectos cientificamente aceites e não aceites, foram incluídas nesta categoria.
<b><i>Resposta Incorrecta/Cientificamente não aceite (CNA)</i></b>	Todas as respostas que, sendo compreensíveis, não contenham os aspectos cientificamente aceites.
<b><i>Não responde/Não justifica (NR/NJ)</i></b>	Todas as respostas que se encontram em branco (ausência total de resposta), que não são inteligíveis ou compreensíveis e em que o aluno repete a questão, encontram-se inseridas nesta categoria.

O pré e o pós testes foram corrigidos numa escala de 0 a 100%. A cotação atribuída a cada questão está indicada no Quadro 13. Os critérios de correcção do pré e do pós testes, contendo as respostas cientificamente aceites/procedimentos correctos, podem ser consultados no Anexo 9.

Quadro 13

*Cotação Atribuída a cada Questão do Pré e Pós-teste*

Questão	Cotação (%)
1.	6 (2×3)
2.1	3 (1×3)
2.2	3
2.3	8
2.4	3 (1×3)
2.5.1	8
2.5.2	8
3.1	2
3.2	2
3.3	4(2×2)
3.4.1	4
3.4.2	4
3.4.3	4
4.1	5
4.2	5
4.3	5
5.1	5
5.2	5
5.3	6
6.	10
Total	100

Às “respostas correctas/cientificamente correctas” foi atribuída a cotação máxima, enquanto às “respostas incompletas” e “respostas parcialmente correctas” apenas foi atribuída uma parte da cotação máxima. Quanto às respostas classificadas como “Resposta Incorrecta/Cientificamente não aceite” e “Não responde/Não Justifica” foi atribuída cotação zero.

Os resultados obtidos na pré-testagem e na pós-testagem permitiram testar a hipótese nula definida no início deste estudo e contribuíram para comprovar a equivalência inicial dos dois grupos considerados. O tratamento desses resultados e sua análise estatística foram efectuados através do recurso à folha de cálculo *Microsoft Excel 2007*. Partindo do valor das médias obtidas por cada um dos grupos do estudo no pré e pós-teste, procedeu-se à comparação entre o pré e o pós-teste dentro de cada grupo e à comparação entre os grupos considerados, recorrendo-se à aplicação do *t*-teste (Anexos 10, 11, 12, 13 e 14). Identificaram-se ainda as competências nas quais se verificou uma evolução mais significativa em cada um dos grupos do estudo.

### ***3.5.2. Registos de Campo***

Para o tratamento dos dados qualitativos, recolhidos complementarmente aos dados quantitativos, nomeadamente através de registos de campo de P1 e P2, recorreu-se ao método da análise de conteúdo por permitir tratar de forma metódica as informações recolhidas. Actualmente, a análise de conteúdo constitui uma das técnicas mais comuns na investigação empírica e, enquanto técnica de tratamento de informação, pressupõe que seja seguido um conjunto de procedimentos que permitem assegurar a fidedignidade e validade dos dados.

Relativamente aos registos considerados, os dados recolhidos não foram categorizados, tal como se explanou na secção 3.3.2. Procedeu-se apenas à selecção de algumas anotações, que pela sua relevância, adequabilidade e consistência, permitissem corroborar e complementar os dados quantitativos.

### ***3.5.3. Transcrições das Gravações Áudio das Aulas***

Para o tratamento dos dados provenientes das transcrições das gravações áudio das aulas recorreu-se, mais uma vez, à análise de conteúdo. Relativamente a cada gravação áudio, foram identificados e seleccionados os dados considerados pertinentes, que sustentassem e/ou complementassem os dados obtidos através de outros instrumentos utilizados.

### ***3.5.4. Questionário de Opinião***

Procedeu-se ao tratamento estatístico das respostas dos alunos ao questionário de opinião. No caso das respostas às questões fechadas, contabilizou-se a frequência com que cada opção foi escolhida e construíram-se tabelas sistematizando os resultados obtidos. Relativamente às respostas às questões abertas, para cada questão, foi efectuado o cálculo da distribuição de frequências absolutas das respostas agrupadas em categorias definidas para o efeito e seguidamente os resultados numéricos recolhidos da amostra foram apresentados igualmente sob a forma de gráficos e tabelas.

Após o tratamento de todos os dados, efectuou-se uma análise global dos resultados obtidos, estabelecendo comparações dentro da turma experimental e da turma controlo e entre as duas turmas.

## **IV. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

No presente capítulo apresentam-se e discutem-se os dados e resultados obtidos através das técnicas e instrumentos de recolha de dados descritos no Capítulo III. Esta discussão é feita em função dos objectivos definidos inicialmente, pelo que se encontra dividida em dois subcapítulos: um primeiro relativo aos efeitos, nos alunos, ao nível do desenvolvimento de competências dos domínios do conhecimento substantivo e processual, do raciocínio e das atitudes quando é implementada uma metodologia de trabalho experimental de investigação com recurso a SATD (4.1) e um segundo subcapítulo referente ao ambiente de aprendizagem gerado quando é seguido um ensino experimental das Ciências Naturais com SATD (4.2).

### **4.1. Efeitos do Trabalho Experimental com SATD**

Neste primeiro subcapítulo, com o objectivo de identificar e descrever as mudanças, nos alunos, ao nível do desenvolvimento de competências dos domínios do conhecimento substantivo e processual, do raciocínio e das atitudes quando é implementada uma metodologia de trabalho experimental com recurso a SATD, começa-se por apresentar e discutir os resultados obtidos através do questionário que funcionou como pré e pós-teste, quer no grupo controlo quer no grupo experimental (4.1.1.). De seguida, apresentam-se os dados recolhidos através da observação participante e não participante e da análise documental das transcrições das gravações áudio das aulas (4.1.2.), de forma a descrever com maior detalhe a evolução nas competências em estudo e as semelhanças e diferenças entre o grupo controlo e o grupo experimental.

#### ***4.1.1. Análise dos Resultados no Pré e no Pós-Teste***

A análise comparativa dos resultados obtidos com o pré e pós-teste encontra-se organizada em três secções. Na primeira, apresentam-se os resultados do tratamento estatístico efectuado para determinar a equivalência entre o grupo controlo e o grupo experimental relativamente a competências dos domínios do conhecimento e do raciocínio, procedimento considerado de grande importância no âmbito do presente estudo, na medida em que os grupos constituídos não tinham resultado de selecção

aleatória. Na segunda secção, compara-se os resultados obtidos no pré-teste com os resultados obtidos no pós-teste em cada um dos grupos, controlo e experimental, de modo a averiguar a evolução do desempenho dos alunos dos dois grupos. Na terceira e última secção, com o objectivo de verificar a existência ou não de diferenças estatisticamente significativas entre o desempenho dos alunos que foram sujeitos a trabalho experimental envolvendo SATD e o desempenho dos alunos que não foram sujeitos a trabalho experimental SATD, e, assim, testar a hipótese nula formulada, compara-se o grupo controlo com o grupo experimental em função dos resultados obtidos no pós-teste.

## Resultados no Pré-Teste

Procedeu-se à análise das respostas ao pré-teste e à respectiva pontuação de acordo com a cotação previamente estabelecida (descrita no Capítulo III). Estas pontuações foram somadas constituindo os resultados do pré-teste para ambos os grupos considerados (Anexo 10). Estes resultados foram em seguida tratados no *Microsoft Excel* através do método estatístico *t* - teste (Anexos 11, 12, 13 e 14).

No Quadro 14 encontram-se os valores referentes às médias, aos desvios-padrão, aos mínimos e máximos obtidos no pré-teste pelos alunos dos grupos controlo e experimental, bem como os resultados obtidos pela aplicação do *t* - teste. Note-se que no GC um dos alunos faltou no dia em que foi aplicado o pré-teste, daí a amostra ser composta por apenas 23 elementos, em vez dos 24 que compunham a turma.

Quadro 14

*Resultados no Pré-Teste pelos Grupos Controlo e Experimental*

Grupo	Pontuação Mínima	Pontuação Máxima	Média	Desvio-Padrão $\sigma$	$t$
Turma A (GC) (n = 23)	8%	71%	36%	15,10	-0,0239
Turma B (GE) (n = 24)	6%	71%	38%	15,38	
t.c. = 1,679   g.l. = 45   e $\alpha=0,05$					

Pela leitura do Quadro 14, constata-se que os dois grupos apresentam valores de média, pontuação mínima e pontuação máxima muito semelhantes, para uma pontuação máxima de 100%, e que o seu nível de desempenho inicial relativamente a competências do conhecimento e de raciocínio é baixo.

Embora o valor da média do GC seja ligeiramente inferior ao valor da média do GE, esta diferença não é estatisticamente significativa, pois o valor de  $t$  ( $t = -0,0239$ ) encontra-se entre  $-1,679$  e  $1,679$ . Os dois grupos podem, assim, considerar-se equivalentes quanto ao nível de desenvolvimento de competências do conhecimento e de raciocínio avaliado com a ficha de diagnóstico utilizada como pré-teste.

## Resultados no Pré-Teste e no Pós-Teste

Com o objectivo de averiguar a evolução do desempenho dos alunos, começou-se por determinar a diferença entre a média obtida no pós-teste e a média obtida no pré-teste em cada um dos dois grupos (Quadros 15). No dia em que foi aplicado o pré-teste faltou um dos alunos do GC e no dia em que foi aplicado o pós-teste voltou a faltar o mesmo e um outro, pelo que, para este estudo, apenas foi possível comparar os resultados obtidos no pré-teste com os resultados obtidos no pós-teste para 22 alunos do GC, em vez dos 24 que inicialmente compunham a amostra.

Quadro 15  
*Resultados no pré e no pós-teste*

Grupo	Média Pré-Teste (1)	Média Pós-Teste (2)	Diferença das Médias (2-1)	Desvio-Padrão $\sigma$	$t$
Turma A (GC) (n = 22)	38%	68%	30%	3,0089	9,94
Turma B (GE) (n = 24)	36%	68%	32%	3,3352	9,57
$t_{cA} = 1,721$ g.l. = 21 e $\alpha=0,05$ $t_{cB} = 1,714$ g.l. = 23 e $\alpha=0,05$					

De acordo com os resultados presentes no Quadro 15, no GC verificou-se uma melhoria dos resultados na ordem dos 30%, enquanto no GE essa melhoria atingiu os 32%. A aplicação do  $t$ -teste mostrou que existem diferenças estatisticamente significativas entre os resultados obtidos no pós-teste e os resultados obtidos no pré-teste em ambos os grupos, dado que o valor de  $t_A = 9,94$  não se encontra entre  $-1,721$  e  $1,721$  nem o valor de  $t_B=9,57$  entre  $-1,714$  e  $1,714$ . Deste modo, pode dizer-se que ambos os grupos melhoraram efectivamente o seu desempenho.

Pela análise dos resultados, verifica-se também que o valor da diferença das médias do GC é inferior ao valor da diferença das médias do GE, mas apenas em cerca de 2%, pelo que pode afirmar-se que a evolução positiva constatada foi muito



semelhante em ambos os grupos. Pode, assim, inferir-se que os dois tipos de actividades implementadas se revelaram eficazes no desenvolvimento das competências em estudo.

De forma a descrever mais detalhadamente a evolução do desempenho dos alunos, apresentam-se, em seguida, os resultados obtidos no pré e pós-teste (GC e GE), em função da competência que se pretendia avaliar/desenvolver.

### ***Competências do domínio do conhecimento substantivo***

De acordo com a estrutura do questionário que foi aplicado como pré e pós teste, as questões 2.4, 2.5.1, 2.5.2., 3.1 e 3.4 (3.4.1, 3.4.2, 3.4.3) referem-se a competências do domínio do conhecimento substantivo (Quadro 4).

No Quadro 16 sintetizam-se os resultados relativos à questão 2.4, com a qual se pretendia verificar se os alunos conseguiam identificar as causas para a ocorrência de um determinado fenómeno natural, neste caso, para a ocorrência da chuva ácida.

Quadro 16

*Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 2.4 do Pré e Pós-teste*

Categorias de Resposta	Turma A (GC)		Turma B (GE)	
	N.º Alunos (n = 22)		N.º Alunos (n = 24)	
	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste
Correcta	40,9% (9)	50% (11)	58, 3% (14)	54,2% (13)
Incompleta/Parcialmente correcta	54,5% (12)	50% (11)	41,7% (10)	37,5% (9)
Incorrecta	4,5% (1)	-	-	8,3% (2)

Estes resultados sugerem que no GC ocorreu apenas uma evolução muito ligeira. Deixou de se verificar a ocorrência de respostas incorrectas e mais um aluno passou a responder correctamente à questão 2.4. Relativamente ao GE, ao contrário do que seria de esperar, verificou-se uma diminuição do número de respostas correctas e dois alunos passaram a dar uma resposta incorrecta.

O Quadro 17 apresenta os resultados obtidos pelos alunos na Questão 2.5.1, relativa à compreensão do fenómeno do efeito de estufa, mais precisamente aos aspectos positivos e negativos a ele associados.

Quadro 17

*Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 2.5.1 do Pré e Pós-teste*

Categorias de Resposta	Turma A (GC) N.º Alunos (n = 22)		Turma B (GE) N.º Alunos (n = 24)	
	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste
Correcta	-	54,5% (12)	-	70,8% (17)
Incompleta/Parcialmente Correcta	40,9% (9)	22,7% (5)	41,7% (10)	25,0% (6)
Incorrecta	59,1% (13)	22,7% (5)	58,3% (14)	4,2% (1)

Pela observação do Quadro 17, antes da implementação das actividades, nenhum aluno, tanto do GC como do GE respondeu correctamente a esta questão e mais de 50% dos alunos de cada grupo deram respostas incorrectas. Após a implementação das actividades, 54 % dos alunos do GC e 71% dos alunos do GE responderam correctamente a esta questão e apenas um aluno no GE e cinco alunos no GC continuaram a não conseguir comentar correctamente a afirmação apresentada. Estes resultados mostram uma evolução positiva de ambas as turmas, embora mais acentuada no GE, uma vez que dos 14 alunos que inicialmente responderam de forma incorrecta, apenas um continuou a apresentar uma resposta integrada nesta categoria, por oposição ao GC, onde dos 13 alunos iniciais, cinco continuaram a responder de forma cientificamente incorrecta.

Quanto ao Quadro 18 sistematiza os resultados referentes à questão 2.5.2., com a qual também se pretendia avaliar a compreensão dos alunos acerca do fenómeno do efeito de estufa. Contudo, neste caso, pretendia-se averiguar se conseguiam estabelecer a relação entre a quantidade de gases de estufa presentes na atmosfera, a temperatura na superfície terrestre e as alterações climáticas que estão a ocorrer no nosso planeta.

Quadro 18

*Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 2.5.2 do Pré e Pós-teste*

Categorias de Resposta	Turma A (GC) N.º Alunos (n = 22)		Turma B (GE) N.º Alunos (n = 24)	
	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste
Correcta	-	31,8% (7)	8,3% (2)	58,3% (14)
Incompleta/Parcialmente correcta	9,1% (2)	27,3% (6)	12,5% (3)	12,5% (3)
Incorrecta	90,9% (20)	40,9% (9)	79,2% (19)	29,2% (7)

De acordo com os resultados obtidos na questão 2.5.2., comparando os resultados obtidos no pré-teste com os resultados obtidos no pós-teste, constata-se que a percentagem de alunos de ambos os grupos que respondeu correctamente a esta questão no pós-teste é consideravelmente superior à percentagem de alunos que respondeu correctamente no pré-teste. Este resultado, por sua vez, fez baixar de 91% para 41%, a percentagem de respostas incorrectas no GC e de 79% para 29% no GE. Verificaram-se assim melhorias na ordem dos 50% em ambos os grupos relativamente à percentagem de respostas incorrectas. Salienta-se, contudo, que essa melhoria foi superior no GE, dado que mais doze alunos conseguiram responder correctamente, por oposição aos sete do GC. Além disso, no GE, apenas sete (29%) continuaram a responder de forma incorrecta, enquanto no GC, ainda se registaram nove respostas incorrectas, o que corresponde a 41% dos alunos.

No Quadro 19 encontram-se compilados os resultados respeitantes à questão 3.1, que, tal como foi referido anteriormente, avaliava se os alunos conheciam termos e conceitos.

Quadro 19

*Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 3.1 do Pré e Pós-teste*

Categorias de Resposta	Turma A (GC)		Turma B (GE)	
	N.º Alunos (n = 22)		N.º Alunos (n = 24)	
	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste
Correcta	9,1% (2)	95,4%(21)	33,3% (8)	95,8% (23)
Incorrecta	90,9% (20)	4,6% (1)	66,7% (16)	4,2% (1)

A análise dos resultados obtidos permite verificar que, após a implementação da actividade da chuva ácida, mais 86% dos alunos do GC e 62% dos alunos do GE responderam correctamente a esta questão. Embora a evolução do GE pareça ter sido inferior à do GC, há que ter em conta que o número de alunos do GE que inicialmente já conhecia este conceito é superior ao número de alunos do GC. Além disso, observando atentamente o Quadro 18 constata-se que, após a implementação das actividades apenas um aluno de cada grupo continuou a não conhecer o conceito de pH.

A questão 3.4., relativa ao efeito das chuvas ácidas, encontra-se subdividida em três subquestões: na primeira (3.4.1), pretendia-se saber o efeito das chuvas ácidas nos monumentos feitos de calcário; na segunda (3.4.2), o efeito das chuvas ácidas na vegetação e na terceira (3.4.3), o efeito deste fenómeno nas cadeias alimentares. Os resultados obtidos encontram-se sintetizados nos Quadros 20, 21 e 22.

Quadro 20

*Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 3.4.1 do Pré e Pós-teste*

Categorias de Resposta	Turma A (GC) N.º Alunos (n = 22)		Turma B (GE) N.º Alunos (n = 24)	
	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste
Correcta	27, 3% (6)	81,8% (18)	33,3% (8)	87,5% (21)
Incompleta/Parcialmente correcta	9,1% (2)	4,5% (1)	20,8% (5)	-
Incorrecta	63,6% (14)	13,6% (3)	45,8% (11)	12,5% (3)

Quadro 21

*Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 3.4.2 do Pré e Pós-teste*

Categorias de Resposta	Turma A (GC) N.º Alunos (n = 22)		Turma B (GE) N.º Alunos (n = 24)	
	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste
Correcta	68,2% (15)	95,5% (21)	66,7% (16)	87,5% (21)
Incompleta/Parcialmente correcta	4,5% (1)	-	4,2% (1)	4,2% (1)
Incorrecta	27,3% (6)	4,5% (1)	29,2% (7)	8,3% (2)

Quadro 22

*Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 3.4.3 do Pré e Pós-teste.*

Categorias de Resposta	Turma A (GC) N.º Alunos (n = 22)		Turma B (GE) N.º Alunos (n = 24)	
	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste
Correcta	13,6% (3)	86,4% (19)	25% (6)	83,3% (20)
Incompleta/Parcialmente correcta	22,7% (5)	-	12,5% (3)	4,2% (1)
Incorrecta	63,6% (14)	13,6% (3)	62,5% (15)	12,5% (3)

Dos resultados apresentados nos Quadros 20, 21 e 22, pode constatar-se uma melhoria significativa dos resultados obtidos no pós-teste, quando comparados com os

resultados obtidos no pré-teste. No GC, regista-se uma melhoria de aproximadamente 55%, 27% e 73% nas respostas correctas dos alunos às questões 3.4.1, 3.4.2 e 3.4.3, respectivamente, e uma redução quase total do número de alunos que responderam incorrectamente a estas questões no pós-teste. Relativamente ao GE, as melhorias ao nível das respostas correctas às três subquestões rondam os 54%, 21% e 58%. Tal como no GC, o número de respostas incorrectas baixou, constatando-se apenas o caso de 2 ou 3 alunos nesta situação. Deste modo, pode inferir-se que os dois tipos de actividades implementadas contribuíram para a compreensão do fenómeno da chuva ácida.

Em síntese e tendo em conta os resultados obtidos nas questões 2.5.1 e 2.5.2 e 3.4 pode dizer-se que as actividades implementadas, quer no GC quer no GE, contribuíram para o desenvolvimento, pelos alunos, da compreensão de fenómenos naturais. Adicionalmente pode sugerir-se uma tendência, embora ténue, para melhores resultados no GE em que se recorreu aos SATD.

No presente estudo, ambos os grupos foram sujeitos a actividades experimentais, embora o GE tenha realizado actividades suportadas por SATD e o GC realizado actividades envolvendo material de laboratório tradicional. Os resultados positivos obtidos nos dois grupos eram esperados, tendo em conta o que foi defendido por Tamir (1991), segundo o qual a realização de actividades práticas, nomeadamente de actividades experimentais, facilita o conhecimento e a compreensão de conceitos complexos em Ciência.

Quanto à tendência observada no tipo de actividade implementado no GE de produzir melhores resultados do que o tipo de actividade implementado no GC, tratava-se, igualmente, de um resultado esperado, uma vez que estudos anteriores realizados por Deaney, Hennessy e Ruthven (2006), Friedler, Nachmias e Linn (1990), Rabaçal, Serra, Jesuíno e Girão (2001) e Stein *et al.* (1990), mostraram que a realização de actividades com SATD ajuda a compreender conceitos complexos mais facilmente graças à sua observação directa em tempo real. Num outro estudo levado a cabo por Metcalf & Tinker<sup>16</sup>, a partir da comparação dos resultados obtidos no pré-teste com os resultados obtidos no pós-teste, foi também verificado que os SATD contribuíram para melhorar a aprendizagem dos alunos, facilitando a compreensão de conceitos e que as melhorias registadas foram de cerca de 20% do pré-teste para o pós-teste.

---

<sup>16</sup> [http://www.concord.org/publications/files/narst\\_teemss\\_paper.pdf](http://www.concord.org/publications/files/narst_teemss_paper.pdf)

### ***Competências do domínio do conhecimento processual***

De acordo com o primeiro objectivo do estudo, pretendeu-se averiguar a evolução das competências dos alunos no domínio do conhecimento processual, mais concretamente, se os alunos conseguiam planear experiências, construir gráficos correctamente e interpretar resultados experimentais. As questões 4.2, 4.3, 5.3 e 6 do questionário foram desenhadas para avaliar aqueles aspectos. Os respectivos resultados encontram-se sistematizados nos Quadros 23, 24, 25 e 26.

Os Quadros 23 e 24 sintetizam os resultados relativos à capacidade dos alunos interpretarem resultados experimentais.

Quadro 23

*Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 4.2 do Pré e Pós-teste*

Categorias de Resposta	Turma A (GC) N.º Alunos (n = 22)		Turma B (GE) N.º Alunos (n = 24)	
	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste
Correcta	31,8% (7)	40,9% (9)	29,2% (7)	50,0% (12)
Incompleta/Parcialmente correcta	27,3% (6)	18,2% (4)	25,0% (6)	4,2% (1)
Incorrecta	40,9% (9)	40,9% (9)	45,8% (11)	45,8% (11)

Quadro 24

*Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 4.3 do Pré e Pós-teste*

Categorias de Resposta	Turma A (GC) N.º Alunos (n = 22)		Turma B (GE) N.º Alunos (n = 24)	
	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste
Correcta	22,7% (5)	50,0% (11)	16,7% (4)	50,0% (12)
Incompleta/Parcialmente correcta	4,5% (1)	18,2% (4)	4,2% (1)	4,2% (1)
Incorrecta	72,7% (16)	31,8% (7)	79,2% (19)	45,8% (11)

Do pré para o pós-teste verificou-se que os alunos, quer do GC quer do GE, continuaram a apresentar dificuldades na interpretação de resultados experimentais, uma vez que, tal como se pode observar através dos resultados presentes no Quadro 23, 41% dos alunos do GC e 46% dos alunos do GE não conseguiu responder correctamente à questão 4.2.

No entanto, os resultados recolhidos através da questão 4.3, na qual os alunos eram igualmente convidados a interpretar resultados experimentais, revelam uma situação diferente. Neste caso, constata-se uma evolução positiva dos alunos, quer do GC quer do GE, dado que, após a implementação das actividades, aproximadamente 50% dos alunos de cada grupo conseguiu fazê-lo correctamente e que se verificou um decréscimo de 41% e 33% no número de respostas incorrectas.

Esta diferença de resultados nas questões 4.2. e 4.3 pode ter-se prendido com o facto de os alunos ainda manifestarem muitas dificuldades na interpretação de dados expressos em tabelas, como foi o caso da situação apresentada na questão 4.2. Pelo contrário, na questão 4.3., os alunos foram confrontados com a situação problemática através da apresentação de um texto, o que se revelou uma tarefa mais fácil, potenciando melhores resultados.

Quadro 25

*Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 5.3 do Pré e Pós-teste*

Categorias de Resposta	Turma A (GC) N.º Alunos (n = 22)		Turma B (GE) N.º Alunos (n = 24)	
	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste
Correcta	36,4% (8)	50,0% (11)	45,8% (11)	66,6% (16)
Incompleta	9,1% (2)	-	4,2% (1)	8,3% (2)
Incorrecta	54,5% (12)	50,0% (11)	50,0% (12)	25,0% (6)

No que respeita ao planeamento de experiências (Questão 5.3), pela análise do Quadro 25, verifica-se que a evolução dos resultados obtidos foi pouco significativa no GC, ao contrário do GE, no qual se constatou uma redução para metade no número de respostas incorrectas. Este resultado parece indicar que a realização das actividades experimentais envolvendo SATD contribuiu para que uma maior percentagem de alunos passasse a conseguir planificar uma experiência correctamente.

Importa salientar que nas actividades experimentais implementadas, quer no GC quer no GE, os protocolos das actividades foram fornecidos aos alunos, não tendo, por isso, os mesmos estado envolvidos na selecção dos materiais necessários e na elaboração dos procedimentos experimentais. Este facto pode ajudar a justificar os 50% de alunos do GC e os 25% dos alunos do GE que ainda revelaram dificuldades ao nível desta competência.

No Quadro 26 encontram-se compilados os resultados respeitantes à Questão 6, com a qual se pretendia verificar se os alunos sabiam construir correctamente um gráfico, a partir de dados fornecidos numa tabela.

Quadro 26

*Resultados obtidos pelos alunos na Questão 6 do Pré e Pós-teste*

Categorias de Resposta	Turma A (GC)		Turma B (GE)	
	N.º Alunos (n = 22)		N.º Alunos (n = 24)	
	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste
Correcta	18,2% (4)	77,3% (17)	20,8% (5)	50,0% (12)
Incompleta/Parcialmente correcta	40,9% (9)	18,2% (4)	8,3% (2)	20,8% (5)
Incorrecta	40,9% (9)	4,5% (1)	70,8% (17)	29,2% (7)

Dos resultados apresentados, depreende-se que, quer no GC quer no GE, ocorreu uma evolução significativa do número de alunos que passou a construir correctamente um gráfico, verificando-se uma melhoria na ordem dos 59% no GC e dos 29% no GE ao nível de gráficos construídos correctamente e uma redução de 36% no GC e de 40% no GE no número alunos que construíram os gráficos incorrectamente.

Os resultados obtidos são, assim, mais positivos no GC do que no GE, o que vai ao encontro do que foi constatado por Adams e Shrum (1990) no estudo que desenvolveram com 46 alunos de Biologia do 10º ano de escolaridade. Os resultados dessa investigação mostraram que, quando colocados perante actividades envolvendo a construção de gráficos, os alunos de grupo controlo obtiveram melhores resultados do que os do grupo experimental. Face a tais resultados, os autores sugerem que, numa primeira fase, os professores comecem por realizar actividades apenas de recolha de dados com os SATD, não permitindo que o computador construa os gráficos, de modo a que os alunos adquiram a competência da construção de gráficos, tal como aconteceu no grupo controlo, onde uma das etapas da actividade consistia na elaboração do gráfico referente aos dados obtidos.

Globalmente, pode concluir-se que ambas as estratégias seguidas potenciaram o desenvolvimento de competências do domínio do conhecimento processual ou metodológico. No entanto, a estratégia seguida no GC foi mais eficaz no desenvolvimento da capacidade de construção de gráficos do que a estratégia implementada no GE. No desenvolvimento da competência de interpretar resultados



experimentais, ambas contribuíram para a ocorrência de melhorias, embora os alunos tenham continuado a revelar dificuldades a este nível.

### ***Competências do domínio do raciocínio***

As competências do domínio do raciocínio foram avaliadas através das questões 1, 2.1, 2.2, 2.3, 3.2, 4.1, 5.1 e 5.2, mais concretamente nas relativas à interpretação de esquemas, figuras e gráficos; identificação de problemas e formulação de hipóteses.

Em particular, pretendeu-se com as questões 1, 2.1, 2.2, 2.3 e 3.2 averiguar se os alunos conseguiam interpretar esquemas, figuras e gráficos. Os resultados obtidos encontram-se sistematizados nos Quadros 27, 28, 29 e 30.

Quadro 27

*Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 1 do Pré e Pós-teste*

Categorias de Resposta	Turma A (GC) N.º Alunos (n = 22)		Turma B (GE) N.º Alunos (n = 24)	
	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste
Correcta	22,7% (5)	40,9% (9)	33,3% (8)	66,7% (16)
Incompleta/Parcialmente correcta	77,3% (17)	59,1% (13)	62,5% (15)	29,2% (7)
Incorrecta	-	-	4,2% (1)	4,2% (1)

A análise dos resultados permite verificar que, no caso da Questão 1, antes da implementação das actividades, apenas 22,7% dos alunos do GC e 33,3% dos alunos do GE conseguiram identificar correctamente os três problemas ambientais representados nas figuras. Após a implementação das actividades, a percentagem de alunos que conseguiu identificar correctamente as problemáticas ambientais duplicou no GE e passou de 22,7% para 40,9% no GC. Houve, assim, uma evolução positiva em ambas as turmas.

Os resultados recolhidos através da Questão 2.1, revelam não ter havido qualquer evolução no GE em que o mesmo aluno respondeu sempre de forma incompleta. No que respeita ao GC, passou de quatro para um o número de alunos que indicou apenas duas em vez das três regiões que produzem mais dióxido de carbono.

Quadro 28

*Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 2.1 do Pré e Pós-teste*

Categorias de Resposta	Turma A (GC)		Turma B (GE)	
	N.º Alunos (n = 22)		N.º Alunos (n = 24)	
	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste
Correcta	81,8% (18)	95,5% (21)	95,8% (23)	95,8% (23)
Incompleta	18,2% (4)	4,5% (1)	4,2% (1)	4,2% (1)
Incorrecta	-	-	-	-

Quanto à Questão 2.2, que solicitava aos alunos que justificassem a resposta dada na questão 2.1 com base nos dados do gráfico, pode verificar-se, pela análise do Quadro 29, que no GE a percentagem de alunos que respondeu correctamente diminuiu. Estes resultados inesperados podem significar que a questão estava mal colocada. Contudo, não se observou qualquer efeito das actividades no GC, e, no caso do GE, a actividade parece ter tido efeitos negativos no aproveitamento dos alunos.

Quadro 29

*Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 2.2 do Pré e Pós-teste*

Categorias de Resposta	Turma A (GC)		Turma B (GE)	
	N.º Alunos (n = 22)		N.º Alunos (n = 24)	
	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste
Correcta	81,8% (18)	81,8% (18)	75,0% (18)	54,2% (13)
Incorrecta	18,2% (4)	18,2% (4)	25,0% (6)	45,8% (11)

A Questão 2.3 pedia que, tendo em conta os dados do gráfico e da tabela, se explicasse a relação existente entre o grau de industrialização dos países e a quantidade de dióxido de carbono emitida. A comparação dos resultados obtidos no pré-teste com os resultados obtidos no pós-teste, quer no GC quer no GE, evidencia uma evolução positiva nas duas turmas, dado que o número de respostas correctas aumentou, alcançando 59,1 % no GC e 50,0% no GE, o que significa que esta evolução foi maior no GC do que no GE.

Os resultados inesperados obtidos através das respostas dadas às três questões consideradas podem significar qualquer problema com o enunciado (todas as quatro questões diziam respeito a uma mesma situação) mas também podem revelar uma tendência do GC para melhores resultados na interpretação de esquemas e gráficos.

Quadro 30

*Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 2.3 do Pré e Pós-teste*

Categorias de Resposta	Turma A (GC)		Turma B (GE)	
	N.º Alunos (n = 22)		N.º Alunos (n = 24)	
	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste
Correcta	22,7% (5)	59,1% (13)	29,2% (7)	50,0% (12)
Incompleta	-	9,1% (2)	-	16,7% (4)
Incorrecta	77,3% (17)	31,8% (7)	70,8% (17)	33,3% (8)

No domínio do raciocínio, pretendeu-se também averiguar se os alunos conseguiam identificar problemas e formular hipóteses. Com este propósito, elaboraram-se as questões 4.1., 5.1 e 5.2, cujos resultados se apresentam nos Quadros 31, 32 e 33.

Quadro 31

*Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 4.1 do Pré e Pós-teste*

Categorias de Resposta	Turma A (GC)		Turma B (GE)	
	N.º Alunos (n = 22)		N.º Alunos (n = 24)	
	Pré-Teste	Pós-Teste	Pré-Teste	Pós-Teste
Correcta	18,2% (4)	31,8% (7)	12,5% (3)	58,3% (14)
Incorrecta	81,2% (18)	68,2% (15)	87,5% (21)	41,7% (10)

Pela análise do Quadro 31, constata-se que um elevado número de alunos continuou a apresentar dificuldades na identificação e formulação de problemas, uma vez que 68% dos alunos do GC e 42% dos alunos do GE, mesmo após a implementação das actividades experimentais num contexto de APP, não conseguiram fazê-lo correctamente. Este resultado pode ser explicado pela escassa realização de actividades experimentais de investigação com os alunos, não lhes sendo, por isso, habitualmente solicitado que formulem problemas e hipóteses. Muitas das actividades experimentais realizadas, tal como refere Hodson (1990), consistem em actividades do tipo “receita”, isto é, em actividades nas quais os alunos se limitam a seguir um determinado protocolo experimental, sem compreenderem frequentemente por que razão estão a realizá-lo.

No entanto, os resultados também mostram que, apesar das dificuldades ainda apresentadas por muitos alunos, ocorreu uma evolução positiva a este nível, sobretudo nos alunos do GE, cujos resultados melhoraram cerca de 46%. Este facto sugere que o

envolvimento dos alunos em mais actividades planificadas e implementadas num contexto de APP, em que lhes sejam dadas oportunidades para a realização de actividades experimentais de investigação poderá contribuir para que, a pouco e pouco, revelem cada vez menos dificuldades na formulação de problemas e de hipóteses.

Quadro 32

*Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 5.1 do Pré e Pós-teste*

Categorias de Resposta	Turma A (GC)		Turma B (GE)	
	N.º Alunos (n = 22)		N.º Alunos (n = 24)	
	Pré-Teste (%)	Pós-Teste (%)	Pré-Teste (%)	Pós-Teste (%)
Correcta	22,7% (5)	68,2% (15)	4,2% (1)	37,5% (9)
Incorrecta	77,3% (17)	31,8 % (7)	95,8% (23)	62,5% (15)

Tal como na Questão 4.1, os resultados obtidos através da questão 5.1 evidenciam que 7 alunos do GC e 15 alunos do GE continuaram a mostrar dificuldades na formulação de problemas, esquecendo-se sistematicamente que um problema deve ser formulado sob a forma de uma pergunta. Contudo, a comparação dos resultados obtidos no pós-teste, quer no GC quer no GE, mostra igualmente uma evolução positiva das duas turmas ao nível desta competência, dado que o número de respostas correctas aumentou, alcançando 68% no GC e os 38% no GE, que se traduz numa melhoria da ordem dos 45% e dos 33% nos GC e GE, respectivamente.

No que diz respeito às respostas dadas à Questão 5.2 verifica-se uma evolução positiva dos alunos, quer do GC quer do GE, relativamente à capacidade de formularem hipóteses, uma vez que aproximadamente mais 25% dos alunos de cada um dos grupos conseguiu fazê-lo correctamente (Quadro 33).

Quadro 33

*Resultados Obtidos pelos Alunos na Questão 5.2 do Pré e Pós-teste*

Categorias de Resposta	Turma A (GC)		Turma B (GE)	
	N.º Alunos (n = 22)		N.º Alunos (n = 24)	
	Pré-Teste (%)	Pós-Teste (%)	Pré-Teste (%)	Pós-Teste (%)
Correcta	27,3% (6)	50% (11)	8,3% (2)	33,3% (8)
Incorrecta	72,7% (16)	50% (11)	91,7% (22)	66,7% (16)

Em suma, estes resultados indicam que a associação da APP ao trabalho experimental pode ser vantajosa, contribuindo para que os alunos mais fácil e rapidamente desenvolvam competências do domínio do raciocínio, nomeadamente no que respeita à formulação de problemas e hipóteses.

Os resultados vão ao encontro dos resultados de estudos desenvolvidos por Hmelo-Silver (1998), Gandra (2001) e Carvalho (2009), que mostraram que os alunos sujeitos à APP desenvolveram competências do domínio do raciocínio, nomeadamente de resolução de problemas, de modo mais significativo, do que os alunos não sujeitos à APP. Entre essas competências salientam-se: estruturar informações relacionadas com o problema, formular problemas e hipóteses, pesquisar e recolher informações relacionadas com o problema, racionar, analisar e sintetizar informações.

Contudo, relativamente ao uso dos SATD os resultados obtidos são de certo modo contraditórios, observando-se alguma influência positiva nas capacidades de formular hipóteses e enunciar problemas.

## Resultados Obtidos no Pós-Teste

No Quadro 34 estão representados os valores das médias, dos desvios-padrão, dos mínimos e dos máximos obtidos no pós-teste pelos alunos dos grupos controlo e experimental, bem como os resultados obtidos pela aplicação do t-teste.

Quadro 34  
*Resultados Obtidos no Pós-Teste*

Grupo	Pontuação Mínima	Pontuação Máxima	Média	Desvio-Padrão $\Sigma$	$t$
Turma A (GC) N.º Alunos (n = 24)	47	94	68	15,64	0,0011
Turma B (GE) N.º Alunos (n = 24)	32	100	68	18,12	
$t.c. = 1,680$ g.l. = 44 e $\alpha=0,05$					

Considerando os valores globais obtidos pelos dois grupos no pós-teste, pode verificar-se que a média do grupo controlo é igual à média do grupo experimental, com valores de desvio-padrão de 15,64 e 18,12, respectivamente. Consequentemente, esta diferença não é estatisticamente significativa, pois o valor de  $t = 0,0196$  encontra-se entre -1,680 e 1,680. Deste modo, a hipótese nula formulada para este estudo, em que se prevê a não existência de diferenças estatisticamente significativas entre o desempenho

de alunos que foram sujeitos a trabalho experimental envolvendo SATD e o desempenho de alunos que não foram sujeitos a trabalho experimental SATD, é confirmada pelos resultados obtidos. Os grupos de controlo e experimental podem, assim, considerar-se equivalentes quanto ao nível de competências de conhecimento e de raciocínio medido.

#### ***4.1.2. Análise de Dados Complementares***

Além da aplicação do pré e pós-teste, foram recolhidos dados através da observação participante e não participante e das transcrições das gravações áudio das aulas, de modo a descrever com maior detalhe a evolução dos alunos, dos grupos controlo e experimental, ao nível das competências dos domínios do conhecimento substantivo e processual, do raciocínio e das atitudes e a explicar semelhanças e diferenças entre estes dois grupos.

De acordo com as notas de campo das observadora participante e não participante e as transcrições das aulas, verifica-se que os alunos, quer do grupo controlo quer do grupo experimental, tiveram dificuldades na identificação e formulação do problema e na formulação da hipótese, duas competências do domínio do raciocínio, embora na segunda actividade já se tenham verificado menos dificuldades do que na primeira. A professora tutora orientou as discussões nos grupos, no sentido de os levar a conseguir formular o problema e hipótese, sem, no entanto, nunca lhes dar a resposta. Segue-se o excerto de duas transcrições, uma do GC e outra do GE, onde se mostra, por um lado, a dificuldade dos alunos na formulação de problemas e hipóteses e, por outro lado, o modo de actuação da professora-tutora:

(...)

Professora: Como é que se formula um problema? Sob a forma de uma..

Aluno 6: Pergunta.

Professora: Muito bem, então vão voltar a ler muito bem o texto e tentar identificar qual é o problema que nós aqui temos, formulando-o sob a forma de uma pergunta.

Aluno 6: O problema ambiental é a destruição da camada de ozono, deixando passar os raios UV.

Aluno 8: Podemos acrescentar que vai prejudicar a saúde da vida humana.

Professora: Está sob a forma de uma pergunta?

Aluno 11: Não.

Professora: O texto fala sobre a camada de ozono?

Aluno 12: Não, fala sobre o efeito de estufa.

Professora: Leiam novamente o texto.

(Os alunos leram novamente o texto)

Professora: O que é que eles ainda não sabem? O vosso problema é sempre o mesmo: Português - a interpretação. Do que é que os cientistas ainda não têm a certeza?

Aluno 12: O aumento dos gases de estufa na atmosfera.

Aluno 12: Uma hipótese para o problema é: diminuir a construção de fábricas.

Professora: O problema ainda não está sob a forma de uma pergunta.

Em conjunto: O aumento dos gases de estufa na atmosfera é responsável pelas alterações que se estão a fazer sentir no nosso planeta?

Professora: Certo, então agora falta a hipótese. Açam que será o responsável ou não?

Aluno 8: Acho que sim.

GC (03/02/2009)

(...)

Professora: Ora bem, vocês colocaram que o problema referido é o efeito de estufa. O problema não é bem esse. Como é que se coloca um problema? Como é que nós, no ano passado, quando fizemos aquela actividade do Jota, formulámos o problema? Um problema aparece sempre sob a forma de..

Aluno 11: Uma questão.

Professora: Então têm de por isto sob a forma de uma questão.

Aluno 6: Ah! Então na 3 temos de por uma questão?

Professora: O que é que aí diz? Diz “que problema ambiental identifica?”. Um problema é sempre o quê?

Aluno 9 e Aluno 7: É uma questão.

Aluno 11: Que tem de ser resolvida e tentar resolver.

Professora: Então agora a partir das informações da notícia enunciem o problema.

Aluno 6: Vamos apagar então o que tínhamos respondido.

(Os alunos voltaram a ler em voz alta a notícia.)

Aluno 6: Que questão vamos colocar?

Aluno 9: Por que é que existe/ocorre o aquecimento global?

Professora: Não é esse o vosso problema. Olhem para o título e para o texto. Há uma parte que vos dá todas as pistas para o problema.

Aluno 6: Por que é que a temperatura na Terra está a aumentar?

Aluno 9: O que é que provoca o efeito de estufa?

Aluno 7: Como diminuir o efeito de estufa?

Aluno 9: O Aluno 11 tem medo de falar por causa do gravador.

Aluno 6: E se for, como diminuir a quantidade de CO<sub>2</sub> libertada para a atmosfera? Vamos chamar a professora, porque eu não sei se é isso. Será que podemos pedir ajuda à professora da Universidade?

Aluno 11: Professora, ó professora, pode vir aqui?

Professora: Aqui estou. Digam lá!

Aluno 7: Veja lá este problema.

Professora: Vocês não sabem como diminuir a quantidade de CO<sub>2</sub> emitido para a atmosfera?

Todos: Sabemos.

Professora: Então isso não é um problema, porque vocês já sabem a resposta. O que é que diz no texto que ainda não se sabe? O que é que os cientistas ainda não sabem?

Aluno 9: Será que o efeito de estufa tem influência nas alterações climáticas?

Professora: Agora diz, formula uma hipótese para o problema que enunciaste. O que é uma hipótese?

Aluno 7: É uma possível resposta.

Professora: Então agora avancem com o que vocês acham e depois o que vão fazer?

Aluno 11: Ver se a hipótese está ou não correcta.

Aluno 6: Vamos escrever: Sim, o efeito de estufa influencia as alterações climáticas devido ao aumento de gases de estufa, fazendo com que haja mais calor (aquecimento global).

Professora: Ainda não é bem este o problema... Olhem para o título.

Aluno 6: Efeito de estufa e temperatura na Terra. Uhm... Será que o efeito de estufa influencia a temperatura na Terra e consequentemente as alterações climáticas?

Professora: Agora sim!

Aluno 7: Então na hipótese temos de colocar: Sim, o efeito de estufa influencia a temperatura na terra e as alterações climáticas.

*GE (29/01/2009)*

Estes dados corroboram os resultados obtidos no pós-teste, no qual se verificou que os alunos ainda apresentam muitas dificuldades na formulação de problemas e hipóteses, embora se tenha constatado uma evolução positiva dos alunos a este nível, sobretudo no GE.

Ainda ao nível do domínio do raciocínio, os dados obtidos através dos instrumentos supra-citados, mostram que ambos os grupos, GC e GE, desenvolveram competências de interpretação de gráficos, na medida em que interpretaram, sem dificuldade, os gráficos construídos (GC) e obtidos directamente na máquina de calcular gráfica (GE). Mostraram-se também críticos face a resultados não esperados, tentando encontrar razões explicativas para os mesmos, tal como se pode constatar pelo excerto abaixo apresentado:

Aluno 5: E agora professora? Já terminámos. O que a gente faz na variação da temperatura?

Professora: O que é que lá diz? Leiam o que é pedido. Diz: 2-1. Para calcular a variação tem ser onde diz 2 menos o 1.

Aluno 3: Temos de fazer 20 - 18.

Aluno 5: Ah!

Aluno 3: É fácil!

Aluno 3: Dá 2. E o de baixo?

Aluno 5: Dá 4°C.

Professora: Eram esses resultados que estavam à espera?

Aluno 3: Não, não era.

Professora: Porquê?

Aluno 3: Esperava mais no gobelé 1.

Professora: E porque é que poderá não ter aumentado?

Aluno 3: Por causa que se calhar não tapámos bem e o orifício estava muito grande.

Professora: Agora, juntam-se, e é para fazer o que vem aí a seguir.

*GC (04/02/2009)*

No que respeita ao domínio do conhecimento substantivo, a análise das notas de campo da observadora participante permitiu verificar que, quer a estratégia implementada no GC quer a estratégia implementada no GE, foi eficaz no desenvolvimento das competências “Conhecer conceitos” e “Compreender fenómenos ambientais”.



A leitura atenta das transcrições das aulas áudio gravadas reforça as ideias da observadora participante, tal como se pode constatar nos excertos seguintes:

Professora Qual é a principal conclusão que se pode retirar com esta experiência?  
Aluno 3: Que a Terra está a aquecer devido ao aumento dos gases de estufa na atmosfera.  
Professora: Mas pode dizer-se que o efeito de estufa é o único factor está a contribuir para o aquecimento global?  
Em conjunto: Não. O efeito de estufa pode estar a ajudar a alterar.  
Professora: Mas é apenas um dos factores que estará a contribuir para estas alterações. Apenas podemos dizer que é um dos factores, mas não podemos dizer que é o único factor responsável pelo aquecimento global nem pelas alterações climáticas.

*GC (10/02/2009)*

Aluno 21: O efeito das chuvas ácidas nos monumentos é que desgasta.  
Aluno 24: Desgasta os monumentos:  
Professora: Pergunta 4. Começa Aluno 24.  
Aluno 24: Os resultados que obtivemos batem certo com a nossa previsão inicial.  
Professora: E qual era a vossa previsão inicial?  
Aluno 24: Que desgastava os monumentos.  
Professora: E vocês o que puseram?  
Aluno 21: Os resultados obtidos são semelhantes à previsão inicial.  
Professora: Vamos à última, Aluno 24.  
Aluno 24: As chuvas ácidas tornam os lagos e rios mais poluídos, fazem com que a vegetação fique danificada e os animais herbívoros ficam sem alimento.  
Professora: Os lagos ficam mais poluídos, a palavra certa não é essa. O que é que vai acontecer ao pH desses lagos?  
Aluno 16: Aumenta.  
Professora: Se estás a colocar lá ácido vai aumentar? Quando é que um pH é ácido?  
Aluno 24: Quando é abaixo de 7. Então a chuva está ácida, o que vai acontecer ao pH do lago?  
Aluno 16: Vai diminuir.  
Professora: E o que é que isso vai provocar nas cadeias alimentares?  
Aluno 16: Extinção de animais  
Aluno 18: Porque as plantas ficam danificadas e os herbívoros deixam de ter alimento e assim sucessivamente.

*GE (12/02/2009)*

Estes factos consolidam os resultados obtidos nas questões 2.5.1 e 2.5.2 do pré e pós-teste realizado, cuja análise e tratamento estatístico mostrou que ocorreu uma evolução positiva de ambas as turmas ao nível da compreensão do fenómeno do efeito de estufa, embora mais acentuada no GE. Em particular na questão 2.5.2, as melhorias foram na ordem dos 50% em ambos os grupos relativamente à percentagem de respostas incorrectas. Contudo, essa melhoria foi mais significativa no GE, dado que mais 12 alunos conseguiram responder correctamente, por oposição aos sete do GC, e no GE apenas sete (29%) continuaram a responder de forma incorrecta, enquanto no GC, ainda se registaram nove respostas incorrectas (41%). Reforçam também o resultado obtido

relativamente ao conceito de pH, de que este passou a ser dominado pela quase totalidade dos alunos de cada grupo.

Quanto a competências do domínio do conhecimento processual ou metodológico, os registos efectuados pela observadora participante e a análise das transcrições das aulas, indicam, tal como os resultados obtidos no pré e pós-teste, que alguns alunos do GC ainda apresentam dificuldades na construção de gráficos, mesmo após a realização de duas actividades experimentais, nas quais uma das etapas consistia na elaboração de gráficos a partir dos dados recolhidos. Quanto ao GE, como não tiveram de efectuar a construção de gráficos, o resultado menos positivo alcançado ao nível desta competência já era esperado, uma vez que não foi trabalhada durante as duas actividades implementadas.

Neste domínio, analisou-se também a competência “interpretação de resultados experimentais”. Durante o decurso das aulas, os alunos não revelaram dificuldades de interpretação dos resultados experimentais. No entanto, a evolução dos alunos do pré para o pós-teste, quer do GC quer do GE, foi pouco significativa, sendo este resultado contrário ao esperado. Uma hipótese para esta diferença de resultados poderá residir na dificuldade que os alunos apresentam ao nível da interpretação de informações expressas em tabelas, tal como aconteceu na pergunta 4.2 do questionário que funcionou como pré e pós-teste e que consistiu numa situação díspar daquela com que os alunos foram confrontados nas actividades, nas quais tiveram somente de interpretar os valores que foram obtendo.

Os dados recolhidos mostraram ainda que vários alunos tiveram dificuldade na compreensão das notícias e de algumas das questões da “Discussão em Grupo”, mesmo tratando-se de excertos relativamente curtos, sobretudo o da chuva ácida, e com uma linguagem adequada à sua faixa etária. Estas dificuldades resultam de lacunas ao nível da Língua Portuguesa. Apresentam-se seguidamente excertos, do GC e do GE, que reflectem esta dificuldade.

Aluno 6: O problema ambiental é a destruição da camada de ozono, deixando passar os raios UV.

Aluno 8: Podemos acrescentar que vai prejudicar a saúde da vida humana.

Professora: Está sob a forma de uma pergunta?

Aluno 11: Não.

Professora: O texto fala sobre a camada de ozono?

Aluno 12: Não, fala sobre o efeito de estufa.

Professora: Leiam novamente o texto.

*GC (03/02/2009)*

Aluno 11: Estabelece a correspondência entre os elementos utilizados na experiência e o efeito de estufa que se observa no nosso planeta.

Aluno 12: Não estou a perceber.

Aluno 11: É para dizer o que cada coisa representa. Por exemplo, o gobelé era o planeta Terra.

Aluno 12: Ah!

Aluno 11: A lâmpada é o Sol, papel autocolante é a atmosfera e a expiração são os gases de estufa.

Aluno 7: Que relação podemos estabelecer entre os resultados obtidos na experiência e os gases de estufa presentes na atmosfera?

Aluno 12: O aumento da temperatura dentro dos gobelés corresponde ao aumento da temperatura na Terra.

Aluno 7: Que relação poderá existir entre o aumento da quantidade de gases de estufa na atmosfera e o aquecimento global na Terra? E entre o aquecimento global na Terra e as alterações climáticas?

Aluno 12: Esta não estou a perceber.

Aluno 11: Tem a ver com o aquecimento global na Terra.

Aluno 7: Tens de relacionar uma coisa com outra.

Aluno 12: O efeito de estufa é quando o calor entra e pouco consegue voltar a sair.

Professora: Aqui já está?

Aluno 12: Não. Não consigo explicar bem.

Professora: Explica-me a tua ideia.

Aluno 12: Os gases são mais, logo a temperatura aumenta porque o calor que entra deixa de conseguir sair tanto e isso pode provocar alterações climáticas.

Professora: Afinal consegues explicar!

*GC (10/02/2009)*

Aluno 24: A partir dos resultados obtidos, que factores tiveram um efeito directo na rápida variação da temperatura dentro dos gobelés?

Aluno 17: No gobelé 1, a diferença das temperaturas foi maior. Nós pensamos que este efeito se assemelha ao efeito de estufa.

Aluno 24: Estabelece a correspondência entre os elementos utilizados na experiência e o efeito de estufa que se observa no nosso planeta.

Aluno 17: O gobelé 1 foi onde a diferença de temperatura foi maior, porque o gobelé continha dióxido de carbono e vapor de água

(...)

(Aluno 16 entrou bastante atrasado e juntou-se a este grupo excepcionalmente)

Aluno 16: Leu a primeira pergunta e disse que tinha sido o vapor de água e o dióxido de carbono.

Professora: Foi isso que vocês também responderam?

Aluno 24: Nós pusemos que o gobelé 1 foi onde a diferença de temperatura foi maior, porque o gobelé continha dióxido de carbono e vapor de água.

Professora: Não é isso que eles estão a perguntar. Estão a perguntar quais foram os factores que tiveram um efeito directo na variação da temperatura dentro dos gobelés.

Aluno 16: Pois são os gases que eu disse.

*GE (05/02/2009)*

Professora: Qual é que é o problema?

Aluno 1: Como evitar essas chuvas?

Professora: Isto é uma questão de Português.

Aluno 1: Mas eu não sou bom a Português.

Professora: Vocês têm um texto com cinco linhas ou quatro. De que é que fala o texto?

Aluno 3: Sobre a chuva ácida.

Professora: E especificamente sobre o quê?

(O grupo voltou a ler a notícia)

Aluno 8: Fala sobre os seus efeitos nos monumentos de calcário e mármore.

Professora: Então qual é o problema?

Aluno 8: Como é que as chuvas ácidas afectam os monumentos feitos de calcário e mármore?

Aluno 1: Formula uma hipótese para o problema que enunciaste na questão anterior.

Aluno 3: A chuva ácida queima os monumentos.

Aluno 1: Desmorona os monumentos.

Aluno 8: Desmorona? Claro que não.

Aluno 8: Desgasta os monumentos.

GE (09/02/2009)

Este facto foi igualmente evidenciado através do tratamento dos resultados do pré e pós-teste, que permitiu constatar que na questão 2.4, por exemplo, uma grande parte dos alunos respondeu incorrectamente, sobretudo no pós-teste, por não terem prestado atenção ao que era pedido, nem terem tido em conta os dados presentes na figura.

Após alguma orientação a este nível, os alunos responderam com poucas dificuldades às questões formuladas, o que mostra que compreenderam os fenómenos em estudo, em particular a relação entre o efeito de estufa e a temperatura na superfície terrestre e entre a chuva ácida e os monumentos feitos de calcário e mármore. Seguem-se excertos evidenciando este facto.

Professora: Muito bem, Aluno 7, vamos à primeira pergunta.

Aluno 7: Por que razão o traçado do gráfico referente ao gobelé 2 mudou após a introdução do calcário? Nós pusemos: porque o calcário absorveu o vinagre (o ácido), introduzido no gobelé 2.

Aluno 3: Se a recolha do pH continuasse durante mais 10 minutos, o que achas que aconteceria ao valor do pH? Continuava a aumentar.

Professora: E vocês o que é que puseram?

Aluno 7: Que aumentava ainda mais.

Aluno 7: Com base nos resultados obtidos, qual será o efeito das chuvas ácidas nos monumentos feitos de calcário? De acordo com os resultados as chuvas ácidas irão corroer, desintegrar os monumentos.

Professora: Aluno 3, o que é que vocês puseram?

Aluno 3: As chuvas ácidas desgastam os monumentos de calcário. Quarta: Compara os resultados obtidos com a tua previsão inicial. Os resultados obtidos são iguais à previsão inicial.

Professora: E vocês?

Aluno 7: Também.

Professora: Cinco, Aluno 7.

Aluno 6: Nesta actividade tiveste a oportunidade de investigar o efeito das chuvas ácidas nos monumentos feitos de calcário ou mármore. Prevê agora que efeito tem as chuvas ácidas sobre a vegetação e sobre as cadeias alimentares. Nós pusemos: Na vegetação, as chuvas ácidas irão queima, matar a vegetação, influenciando assim as cadeias alimentares.

Professora: E vocês?

Aluno 3: A chuva ácida destrói a vegetação, o que vai prejudicar as cadeias alimentares, ao diminuir a quantidade de vegetação.  
 Professora: E ao nível dos lagos, o que é que vai acontecer?  
 Aluno 1: Os lagos vão ficar tóxicos. A água vai ficar ácida, abaixo de 7.  
 Professora: Inicialmente qual era o vosso pH?  
 Aluno 6: Era à volta de 4.  
 Professora: A água da torneira tem um pH próximo de 7. Então, se adicionarmos um ácido água, o pH vai baixar para valores de 3, 4, 5. Então o que é que iria acontecer aos lagos?  
 Aluno 1: Iriam ficar com pH baixo e os peixinhos morreriam.  
 (GE, 12/02/2009)

## 4.2. Ambiente de Aprendizagem

Neste segundo subcapítulo, com a finalidade de descrever o ambiente de aprendizagem gerado quando é seguido um ensino experimental das Ciências Naturais com SATD, são apresentados, tratados e discutidos os resultados referentes ao questionário de opinião e complementarmente são apresentados e discutidos alguns dados obtidos através dos registos de campo e das transcrições das gravações áudio das aulas.

### 4.2.1. Análise dos Dados do Questionário de Opinião

A primeira parte do questionário de opinião, em que se analisa a opinião dos alunos sobre o seu grau de satisfação face às actividades realizadas, é composta por seis questões. A primeira e a segunda questões pretendiam verificar o nível de interesse que as actividades realizadas suscitaram nos alunos e o grau de desafio provocado pelas tarefas propostas, respectivamente. Os resultados obtidos através das respostas dadas pelos alunos encontram-se apresentados nos Quadros 35 e 36.

Quadro 35

*Opinião dos Alunos sobre o seu Grau de Satisfação face às Actividades Realizadas*

Categorias de Resposta	Turma A (GC)		Turma B (GE)	
	N.º Alunos (n = 23)		N.º Alunos (n = 24)	
	f	%	f	%
1 (Nada Interessantes)	0	0,0	0	0,0
2	0	0,0	1	4,2
3	2	8,7	2	8,3
4	12	52,2	12	50,0

5 (Muito Interessantes)	9	39,1	9	37,5
-------------------------	---	------	---	------

De acordo com o Quadro 35 verifica-se que a maioria dos alunos, quer do grupo controlo (91,3%) quer do grupo experimental (87,5%), considerou as actividades realizadas interessantes/muito interessantes. Apenas um aluno do grupo experimental teve uma opinião desfavorável e quando questionado sobre o motivo de tal opinião referiu o facto dos procedimentos envolvidos na realização das actividades terem sido muito difíceis.

Quadro 36

*Opinião dos Alunos sobre o Grau de Desafio Provocado pelas Tarefas Propostas*

Categorias de Resposta	Turma A (GC)		Turma B (GE)	
	N.º Alunos (n = 23)		N.º Alunos (n = 24)	
	f	%	f	%
1 (Nada Desafiantes)	0	0,0	0	0,0
2	0	0,0	0	0,0
3	6	26,1	5	20,8
4	14	60,9	14	58,3
5 (Muito Desafiantes)	3	13,0	5	20,8

Em relação ao grau de desafio provocado pelas tarefas propostas (Quadro 36), nenhum aluno dos dois grupos as considerou “Nada Desafiantes” ou “Pouco Desafiantes”. A maioria, mais especificamente, 73,9% dos alunos do GC e 79,1% dos alunos do GE, assinalou que as tarefas tinham sido “Desafiantes” ou “Muito Desafiantes”, que correspondem aos graus 4 e 5 da Escala de *Likert* fornecida.

Quanto à opinião dos alunos sobre se as actividades desenvolvidas tinham tido ou não aspectos positivos (Questão 3) e aspectos menos positivos (Questão 4), os resultados obtidos encontram-se sistematizados nos Quadros 37 e 38, respectivamente.

Quadro 37

*Opinião dos Alunos sobre se as Actividades Desenvolvidas tinham tido ou não Aspectos Positivos*

Categorias de Resposta	Turma A (GC)		Turma B (GE)	
	N.º Aluno (n = 23)		N.º Alunos (n = 24)	
	f	%	f	%
Sim	23	100	24	100

Não	0	0	0	0
-----	---	---	---	---

Quadro 38

*Opinião dos Alunos sobre se as Actividades Desenvolvidas tinham tido ou não Aspectos Menos Positivos*

Categorias de Resposta	Turma A (GC)		Turma B (GE)	
	N.º Alunos (n = 23)		N.º Alunos (n = 24)	
	f	%	f	%
Sim	3	13,0	4	16,7
Não	20	87,0	20	83,3

Tendo em conta os resultados apresentados nos Quadros 37 e 38, pode verificar-se que todos os alunos consideraram que as actividades desenvolvidas tiveram aspectos positivos. No entanto, 3 alunos do GC e 4 alunos do GE consideraram terem existido também alguns aspectos menos positivos.

Nas questões 3.1. e 3.2. pediu-se, seguidamente, que os alunos assinalassem as opções correspondentes aos aspectos mais positivos e menos positivos, respectivamente, das actividades realizadas. Os resultados obtidos encontram-se organizados nos Quadros 39 e 40, seguidamente apresentados.

Quadro 39

*Opinião dos Alunos sobre os Aspectos Mais Positivos das Actividades Realizadas*

Categorias de Resposta	Turma A (GC)		Turma B (GE)	
	N.º Alunos (n = 23)		N.º Alunos (n = 24)	
	f		f	
Permitirem saber mais sobre temas actuais, tais como o efeito de estufa e as chuvas ácidas.	23		24	
Permitirem aprender a trabalhar com materiais de laboratório.	15		20	
Possibilitarem uma melhor compreensão dos temas.	11		13	
Estimularem a discussão sobre o que fizemos durante as actividades.	4		7	
Permitirem adquirir novos conhecimentos no domínio das TIC.	0		9	
Encorajarem a aprender a realizar experiências científicas.	10		13	

Envolverem trabalho em grupo.	18	17
Outros	0	0

Entre os aspectos mais positivos das actividades realizadas (Questão 3.1.), como se pode ver, pelo Quadro 39, os alunos referiram as opções “permitirem saber mais sobre temas actuais, tais como o efeito de estufa e as chuvas ácidas”, “envolverem o trabalho de grupo”, “permitirem aprender a trabalhar com materiais de laboratório”, “possibilitarem uma melhor compreensão dos temas” e “encorajarem a aprender a realizar experiências científicas”.

Relativamente aos aspectos menos positivos, como se pode observar pelo Quadro 40, são referidas, com maior percentagem, a “falta de tempo para a realização das tarefas” e “dificuldades na realização das tarefas sem a ajuda permanente do professor” nos grupos controlo e experimental, respectivamente.

Quadro 40

*Opinião dos Alunos sobre os Aspectos Menos Positivos das Actividades Realizadas*

Categorias de Resposta	Turma A (GC)	Turma B (GE)
	N.º Alunos (n = 23)	N.º Alunos (n = 24)
	f	f
Os temas foram pouco interessantes.	2	1
Tive dificuldades em realizar as tarefas sem a ajuda permanente do professor.	1	3
Tive dificuldade em compreender os temas abordados.	2	1
Senti falta de tempo para a realização das tarefas.	3	1
Senti dificuldades no manuseamento dos SATD/material de laboratório.	2	2
Ter sido obrigado(a) a trabalhar em grupo.	1	1
Outros	0	0

A análise das respostas à questão cinco, em que os alunos manifestaram a sua opinião relativamente à(s) actividade(s) que gostaram mais de realizar (Quadro 41) e enumeraram as razões da sua escolha, permite constatar que os alunos, quer do grupo experimental, quer do grupo controlo, preferiram a actividade do Efeito de Estufa,



embora 26,1% dos alunos do GC e 33,3 % dos alunos do GE tenham referido ter gostado de ambas.

Quadro 41

*Opinião dos Alunos sobre a(s) Actividades que Mais Gostaram de Realizar*

Categorias de Resposta	Turma A (GC)		Turma B (GE)	
	N.º Alunos (n = 23)		N.º Alunos (n = 24)	
	f	%	f	%
Efeito de Estufa	13	56,5	10	41,7
Chuva Ácida	2	8,7	5	20,8
Ambas	6	26,1	8	33,3
Não respondeu	2	8,7	1	4,2

Os alunos justificaram com diversos argumentos a escolha da(s) actividade(s). Alguns optaram pela actividade da chuva ácida ou efeito de estufa por considerarem que proporcionou a observação directa de fenómenos que desconheciam:

- *“Porque tivemos a oportunidade de simular o efeito de estufa e acompanhar a variação da temperatura.” (GC9)*
- *“Porque não tinha a noção do que eram as chuvas ácidas e ao simular essas chuvas vi como são provocadas e os prejuízos que causam nos monumentos de calcário.” (GC13)*
- *“Porque foi uma actividade rápida que permitiu ver a diferença, neste caso, da temperatura e perceber o fenómeno do efeito de estufa.” (GC17)*
- *“Gostei de ver a acidez da água a actuar nas amostras de calcário”. (GE18)*
- *“Porque gostei de ver a diferença provocada nas pedras de calcário quando colocado dentro de um gobelé com água ou dentro de um gobelé com água+vinagre, em que o pH era mais baixo” (GE17).*

Outros alunos referiram ter gostado da(s) actividade(s) pelo facto de esta(s) terem proporcionado maior sucesso na aprendizagem:

- *“Porque me facilitaram bastante a aprendizagem e quando fui estudar vi que tinha sido o que aprendi melhor.” (GE2)*
- *“Porque consegui perceber mais sobre o efeito de estufa.” (GE22)*
- *“Porque me fez aprender melhor esses acontecimentos.” (GE8)*
- *“Porque compreendi melhor o que se passa quando este tipo de chuva ocorre.” (GC12)*

- *“Porque aprendemos mais e melhor.” (GC7)*
- *“Compreendeu-se melhor os fenómenos com as experiências.”(GC4)*

Muitos foram os alunos que mencionaram também ter gostado de realizar estas actividades por serem mais interessantes e dinâmicas do que as actividades habituais e por serem realizadas em grupo, sentindo-se assim mais motivados para a aprendizagem:

- *“Muito interessantes as experiências e ao trabalhar em grupo também ajuda a aprendizagem.” (GC1)*
- *“Muito interessantes e permitiram aprender mais sobre os assuntos das actividades.” (GC5)*
- *“Porque trabalhamos em grupo.” (GC19)*
- *“Foram as mais divertidas.” (GE11)*
- *“Foi divertido e gosto de trabalhar em grupo.” (GE5)*
- *“Porque foram interessantes, dinâmicas e realizadas em grupo. Senti-me mais motivada.” (GE24)*

Por fim, alguns alunos indicaram a possibilidade de manusear material de laboratório e equipamentos nunca vistos como outra razão justificativa:

- *“Pude utilizar aparelhos científicos.” (GE15)*
- *“Porque trabalhamos com materiais de laboratório.” (GC2)*
- *“Gostei de manusear os SATD que nunca tinha visto.” (GE17)*

Salienta-se ainda o caso de um aluno que afirmou ter gostado de realizar ambas as actividades experimentais porque lhe ter aumentado o gosto pela Ciência:

- *“aguçaram-me o gosto pela Ciência e ambas deram-me vontade de continuar a investigar. Além disso, os temas estão muito em voga.” (GE6)*

Relativamente à sexta e última questão da primeira parte do questionário de opinião, relacionada com o grau de satisfação global face ao tipo de actividades implementadas (Quadro 42), os resultados indicam que à excepção de um aluno na turma experimental, todos os restantes manifestaram interesse em realizar mais actividades experimentais deste tipo. O referido aluno não gostaria de voltar a realizar este tipo de actividades por as considerar muito difíceis em termos de manuseamento de material.

Quadro 42

*Opinião dos Alunos sobre se Gostariam de Realizar mais Actividades Experimentais deste Tipo*

Categorias de Resposta	Turma A (GC)		Turma B (GE)	
	N.º Alunos (n = 23)		N.º Alunos (n = 24)	
	f	%	f	%
Sim	23	100,0	23	95,8
Não	0	0,0	1	4,2

Ainda na questão 6 foi solicitado aos alunos que justificassem a opção assinalada anteriormente. As razões evocadas pelos alunos foram agrupadas em categorias de resposta, encontrando-se os resultados sistematizados no Quadro 43.

Quadro 43

*Razões Enumeradas pelos Alunos para Justificar a Realização de mais Actividades Experimentais deste Tipo.*

Categorias de Resposta	Turma A (GC)		Turma B (GE)	
	N.º Alunos (n = 23)		N.º Alunos (n = 24)	
	F	%	f	%
As aulas são mais divertidas e dinâmicas.	5	21,7	5	20,8
As aulas são mais interessantes e motivadoras.	5	21,7	6	25,0
Aprende-se mais e melhor.	5	21,7	3	12,5
Permitem ficarmos a saber mais sobre os assuntos.	7	30,4	2	8,3
Permitem trabalhar em grupo.	5	21,7	3	12,5
Facilita a compreensão dos conteúdos.	3	13,0	1	4,2
Aprende-se a trabalhar com materiais novos.	4	17,4	2	8,3
Estimula o gosto pela Ciência.	0	0,0	1	4,2
Permite que nos tornemos mais responsáveis e autónomos.	0	0,0	1	4,2

Pela análise do Quadro 43, constata-se que os alunos do GC gostariam de continuar a realizar actividades experimentais por considerarem que estas permitem aumentar os seus conhecimentos e potenciam uma maior e melhor aprendizagem. Consideram ainda que essas aulas são mais divertidas, dinâmicas, interessantes e

motivadoras e que envolvem trabalho de grupo. Quanto aos alunos do GE, as aulas serem mais interessantes e motivadoras e mais divertidas e dinâmicas são as duas principais razões evocadas para a continuação da realização de actividades deste tipo.

Em resposta à Parte II do questionário de opinião, os alunos deram a sua opinião sobre a importância atribuída às actividades realizadas, nomeadamente no que respeita ao desenvolvimento de competências dos domínios do conhecimento e do raciocínio. Nesta parte, constituída por três questões, começou por se pedir aos alunos que indicassem se a realização das tarefas em grupo tinha facilitado ou não a aprendizagem. Como se pode verificar pelo Quadro 44, a maioria dos alunos, quer do GC quer do GE, considera que a realização das tarefas em grupo facilitou a sua aprendizagem. Acredita-se que a opção assinalada por três alunos em cada um dos grupos deve-se à desmotivação que esses alunos apresentam relativamente às actividades escolares na sua generalidade e a sua intenção de ingressar no próximo ano lectivo num Curso de Educação e Formação, tendo, por isso, deixado de comparecer a muitas das aulas.

Quadro 44

*Opinião dos Alunos sobre se a Realização de Tarefas em Grupo tinha Facilitado ou Não a Aprendizagem.*

Categorias de Resposta	Turma A (GC)		Turma B (GE)	
	N.º Alunos (n = 23)		N.º Alunos (n = 24)	
	f	%	f	%
Facilitou a minha aprendizagem.	20	87,0	21	87,5
Não facilitou nem prejudicou a minha aprendizagem.	3	13,0	3	12,5
Prejudicou a minha aprendizagem.	0	0,0	0	0,0

Quanto à segunda questão desta parte, esta tinha como objectivo averiguar a opinião dos alunos sobre as competências que as actividades realizadas teriam contribuído para desenvolver. Os resultados obtidos nos GC e GE encontram-se sistematizados nos Quadros 45 e 46, respectivamente.

Quadro 45

*Opinião dos Alunos do GC sobre as Competências Desenvolvidas Durante a Realização das Actividades Experimentais.*

Competências	Turma A (GC)									
	N.º Alunos (n = 23)									
	1		2		3		4		5	
Categorias de Resposta	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Conhecer termos e conceitos.	0	0	0	0	8	34,8	10	43,5	5	21,7
Compreender fenómenos ambientais.	0	0	1	4,3	4	17,4	13	56,5	5	21,7
Interpretar informações expressas em notícias, imagens e gráficos.	0	0	1	4,3	8	34,8	11	47,8	3	13,0
Analisar e discutir situações-problema.	0	0	0	0	9	39,1	9	39,1	5	21,7
Formular hipóteses para a resolução de problemas.	0	0	1	4,3	8	34,8	10	43,5	4	17,4
Manusear correctamente o material de laboratório.	0	0	1	4,3	5	21,7	11	47,8	6	26,1
Executar correctamente um procedimento experimental.	0	0	1	4,3	6	26,1	10	43,5	6	26,1
Interpretar resultados experimentais.	0	0	1	4,3	9	39,1	9	39,1	4	17,4
Realizar inferências.	0	0	2	8,7	4	17,4	14	60,9	3	13,0
Aplicar conhecimentos a novas situações.	0	0	1	4,3	7	30,4	10	43,5	5	21,7
Melhorar a organização de ideias.	0	0	0	0	3	13,0	11	47,8	9	39,1
Tornar-me mais responsável.	0	0	1	4,3	3	13,0	12	52,2	7	30,4
Melhorar a minha autonomia na realização de tarefas.	0	0	0	0	5	21,7	13	56,5	5	21,7
Cooperar com colegas, ouvindo e respeitando as suas opiniões.	0	0	1	4,3	4	17,4	8	34,8	10	43,4

Codificação: 1 – Nada 5 - Muito

Quadro 46

*Opinião dos Alunos do GE sobre as Competências Desenvolvidas Durante a Realização das Actividades Experimentais.*

Competências	Turma B (GE)									
	N.º Alunos (n = 24)									
	1		2		3		4		5	
Categorias de Resposta	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Conhecer termos e conceitos.	0	0	1	4	8	33	12	50	3	12
Compreender fenómenos ambientais.	0	0	1	4	6	25	10	42	7	29
Interpretar informações expressas em notícias, imagens e gráficos.	0	0	0	0	8	33	15	62	1	4
Analisar e discutir situações-problema.	0	0	0	0	9	37	10	42	5	21
Formular hipóteses para a resolução de problemas.	0	0	0	0	6	25	11	46	7	29
Manusear correctamente o material de laboratório.	0	0	1	4	6	25	8	33	9	37
Executar correctamente um procedimento experimental.	0	0	1	4	7	29	10	42	6	25
Interpretar resultados experimentais.	0	0	0	0	8	33	12	50	4	17
Realizar inferências.	0	0	1	4	11	46	7	29	5	21
Aplicar conhecimentos a novas situações.	0	0	0	0	7	29	12	50	5	21
Melhorar a organização de ideias.	0	0	0	0	6	25	13	54	5	21
Tornar-me mais responsável.	0	0	0	0	7	29	11	46	6	25
Melhorar a minha autonomia na realização de tarefas.	0	0	0	0	8	33	6	25	10	42
Cooperar com colegas, ouvindo e respeitando as suas opiniões.	0	0	0	0	1	4	10	42	13	54

Codificação: 1 – Nada 5 - Muito

Após a sistematização dos resultados, analisou-se as competências que tiveram uma maior frequência de resposta nas opções 4 e 5 (muito). De acordo com os resultados obtidos, os alunos do GC consideraram que as actividades experimentais realizadas contribuíram sobretudo para o desenvolvimento das seguintes competências: melhorar a organização de ideias (87%), melhorar a responsabilidade (83%), cooperação com colegas (78%), desenvolvimento da autonomia na realização de tarefas (78%), compreensão de fenómenos ambientais (78%). Aproximadamente 74% dos alunos ainda consideraram que estas actividades contribuíram bastante para a realização de inferências e para aprenderem a manusear correctamente um procedimento experimental.

Quanto ao GE, 96% dos alunos consideraram que as actividades experimentais realizadas contribuíram de forma significativa para melhorar a cooperação entre colegas. Consideraram também que contribuíram para aprenderem a formular hipóteses para a resolução de problemas (75%), melhorarem a organização de ideias (75%), compreenderem fenómenos ambientais (71%), tornarem-se mais responsáveis (71%), aprenderem a aplicar conceitos a novas situações (71%) e manusearem correctamente material de laboratório (71%). Aproximadamente 65% dos alunos, ainda apontam que as actividades realizadas contribuíram para desenvolver as competências “Analisar e discutir situações-problema”, “Interpretar resultados experimentais”, “Melhorar a autonomia” e “Executar correctamente um procedimento experimental”.

A terceira e última questão, subdividida em três subquestões, relacionava-se com a opinião dos alunos sobre a metodologia utilizada, o ambiente gerado nas aulas e o modo como decorreu o trabalho de grupo.

No que respeita ao modo como foram organizadas as aulas de Ciências Naturais, todos os alunos, quer do GC quer do GE, à excepção de um aluno do GC, consideraram que as aulas foram bem estruturadas e organizadas. A este propósito, o referido aluno mencionou que teria sido melhor a realização das tarefas a pares em vez de grupos de quatro elementos.

Quanto ao ambiente gerado nas aulas, a esmagadora maioria dos alunos referiu que este foi bom e agradável (95,6 % no GC e 91,7% no GE). Alguns alunos do GE (16,7%) mencionaram também que as aulas foram mais divertidas do que aulas normalmente leccionadas. Somente um aluno no GC e dois alunos no GE afirmaram que o ambiente foi tenso e algo constrangedor devido, por um lado, à presença de uma

outra professora na sala de aula e, por outro lado, à presença de um gravador na mesa de cada grupo de trabalho.

Finalmente, relativamente ao modo como decorreu o trabalho de grupo, 95,6% dos alunos do GC e 95,8% dos alunos do GE afirmaram tudo ter decorrido dentro da normalidade, tendo os elementos de cada grupo cooperado nas tarefas propostas como verdadeiras equipas de trabalho. Um dos alunos do GE e outro do GC referiram que o trabalho nos seus grupos podia ter corrido melhor e que deveria ter ocorrido uma maior interacção e ajuda mútua entre os elementos.

Em jeito de síntese, pode dizer-se que os alunos quer do GC quer do GE gostaram bastante das actividades experimentais realizadas, tendo manifestado interesse em continuar a realizar actividades deste tipo, por lhes associarem várias vantagens e potencialidades, nomeadamente ao nível do desenvolvimento de competências dos domínios do conhecimento substantivo e processual e do raciocínio e da motivação e interesse dos alunos nas aulas.

#### ***4.2.2. Dados Complementares***

A análise das notas de campo das observadoras participante e não participante e a análise das transcrições das aulas revelou que as actividades realizadas, quer no GC quer no GE, potenciaram a interacção entre os alunos ao trabalharem em grupo e que os grupos, de uma forma geral, funcionaram bastante bem, tendo os elementos de cada grupo cooperado nas tarefas propostas. A referida análise mostrou também que os alunos estiveram interessados, empenhados e motivados durante as aulas de realização destas actividades, discutindo os resultados obtidos, formas de proceder para uma correcta aplicação do procedimento experimental e as questões da “Discussão em Grupo”. No entanto, verificou-se que, em alguns momentos, os alunos não falavam entre si acerca do tópico em estudo enquanto esperavam pelos dados, o que sugere que se tenha em atenção este aspecto ao planear estas actividades e ao decidir acerca do tipo de intervenção do professor. Este dado reforça os resultados das investigações anteriormente descritas, como a levada a cabo por Stein *et al.* (1990). Outros aspectos realçados pela observadora participante foram:

- A autonomia dos alunos foi aumentando, tendo necessitado cada vez menos da ajuda/intervenção do professor;
- Os alunos tornaram-se mais responsáveis;



- Os dois tipos actividades realizadas, em particular as que envolveram o recurso aos SATD, suscitaram a intervenção dos alunos através da argumentação e da explicitação de ideias, devido às discussões que ocorreram nos grupos de trabalho. Ao trabalhar em grupo, os alunos interagiram entre si e confrontaram os resultados obtidos e as hipóteses inicialmente colocadas. No GE, os alunos tiveram mais tempo para discutir os resultados, uma vez que estes foram apresentados directamente.
- O ambiente criado nas aulas foi agradável, não se tendo verificado que a presença de outra professora (observadora não participante) tenha interferido no comportamento dos alunos, nem levado a que estes ficassem constrangidos ou tensos.

Estes dados reforçam os resultados obtidos com o Questionário de Opinião, que indicaram que os alunos do GC e do GE consideraram as actividades interessantes/muito interessantes, divertidas, dinâmicas e motivadoras e que contribuíram para o desenvolvimento de competências, tais como: cooperação entre colegas, responsabilidade, autonomia, organização de ideias, aplicação de conceitos a novas situações e correcto manuseamento de material de laboratório. Corroboram igualmente os resultados obtidos em estudos anteriores. Newton, por exemplo, citando Weller (1996), referiu que o recurso aos SATD, proporciona (i) um trabalho mais autónomo por parte dos alunos, sentindo-se assim mais responsáveis pela sua aprendizagem e (ii) induz a uma grande interacção entre os alunos, dado estes trabalharem em grupo e discutirem observações e resultados obtidos. Quanto a Santos (1999) concluiu que a realização de actividades experimentais de investigação, com ou sem recurso a ferramentas TIC, potenciou o desenvolvimento do trabalho cooperativo e autónomo e de competências transversais, tais como espírito de iniciativa, perseverança, criatividade, sentido de organização, autoconfiança, autonomia, responsabilidade, capacidade de trabalhar em grupo, capacidade de comunicar, capacidade de planificar e flexibilidade cognitiva. Contribuíram ainda para o aumento da motivação.

Tal como Dixon (2008), a observadora participante verificou ainda que os alunos se familiarizaram rapidamente com os SATD, manipulando-os sem dificuldade, tendo bastado apenas algumas orientações iniciais, e que a realização de actividades com SATD permitiu que os alunos realizassem as actividades mais rapidamente, restando mais tempo para discutir os resultados obtidos.

## **V. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Neste capítulo começa-se por apresentar as conclusões deste estudo, tendo em conta os resultados obtidos, o problema e objectivos inicialmente definidos e o enquadramento teórico efectuado (5.1.). De seguida, discutem-se as implicações do estudo (5.2.), enumeram-se as limitações do mesmo (5.3.) e apresentam-se sugestões para futuras investigações.

### **5.1. Conclusões do Estudo**

No âmbito do presente estudo foi formulado o seguinte problema de investigação: Que mudanças ocorrem a nível das competências dos alunos e do ambiente de aprendizagem gerado quando se realizam actividades experimentais de investigação com SATD? Este problema foi operacionalizado segundo dois objectivos.

Com o primeiro objectivo de investigação pretendia-se identificar os efeitos, nos alunos, ao nível do desenvolvimento de competências dos domínios do conhecimento substantivo e processual, do raciocínio e das atitudes quando é implementada uma metodologia de trabalho experimental (TE) de investigação com recurso a SATD. A este propósito, os resultados obtidos nesta investigação permitiram concluir que a implementação de TE de investigação na aprendizagem das Ciências constitui um instrumento poderoso para a melhoria efectiva do desempenho dos alunos ao nível das competências de conhecimento, raciocínio e atitudes. Prova disso foram as diferenças estatisticamente significativas verificadas entre os resultados obtidos no pré-teste e os resultados obtidos no pós-teste em ambos os grupos. A comparação dos resultados obtidos no pré e pós-teste para cada competência que se pretendia avaliar permitiu também verificar que ambas as estratégias envolvendo TE (com ou sem SATD) potenciaram o desenvolvimento de competências do conhecimento substantivo (conhecer termos e conceitos e compreender conceitos/ fenómenos ambientais) e processual (construir gráficos, interpretar resultados experimentais e planear experiências) e de competências do domínio do raciocínio (identificar e formular problemas e formular hipóteses).

Os resultados satisfatórios obtidos nos dois grupos confirmam a hipótese nula formulada para este estudo, em que se previa a não existência de diferenças estatisticamente significativas entre o desempenho dos alunos sujeitos a trabalho

experimental com SATD e o desempenho dos alunos sujeitos a trabalho experimental sem SATD, pelo que os GC e GE podem considerar-se equivalentes quanto ao nível de competências de conhecimento e de raciocínio medido. Deste modo, pode afirmar-se que os dois tipos de actividades experimentais de investigação implementadas (com e sem SATD) são eficazes no desenvolvimento das competências em estudo. Os resultados positivos obtidos nos dois grupos eram esperados, tendo em conta o que foi defendido por Tamir (1991) e Lunetta (1991), segundo os quais a realização de trabalho experimental encerra várias potencialidades no ensino das Ciências, nomeadamente no que respeita ao desenvolvimento de competências de diferentes domínios, e o que foi descrito por Santos (1999) que, ao analisar as vantagens da realização de trabalho experimental de investigação, verificou que a sua implementação contribui para o desenvolvimento de competências investigativas e de resolução de problemas e para o desenvolvimento de competências transversais.

Apesar dos resultados satisfatórios obtidos nos dois grupos (GC e GE), os resultados alcançados com a realização das actividades envolvendo os SATD não ficaram aquém dos atingidos com a realização das actividades experimentais sem os SATD, tendo-se verificado uma tendência, embora ténue, para melhores resultados no grupo sujeito a actividades com SATD. Podem, assim, tirar-se algumas inferências relativamente às suas potencialidades. Além disso, as notas de campo dos observadores participante e não participante dão conta de vantagens associadas à sua utilização. Por um lado, aumentam o interesse e motivação dos alunos, dado o papel activo que têm ao longo de toda a actividade, através da manipulação de recursos tecnológicos. Por outro lado, constituem uma ferramenta que permite o acompanhamento, em tempo real, de um determinado fenómeno, como foi o caso do efeito de estufa e a chuva ácida, através da observação contínua da evolução da temperatura e do pH ao longo do tempo e a obtenção imediata dos resultados em gráfico e/ou tabela. Deste modo, os alunos não perdem tempo na construção dos mesmos, restando mais tempo para a interpretação e discussão dos resultados obtidos (Bettencourt, 1994; Deane, Hennessy e Ruthven, 2006; Dixon, 2008). Estes dados e resultados obtidos reforçam também os estudos de Stein, Nachmias e Friedler (1990), segundo o qual o grupo de alunos que realizou a actividade experimental sem recurso a SATD, isto é, que utilizou material simples de laboratório, não conseguiu efectuar e completar a actividade durante os 50 minutos previstos, tendo despendido a maior parte do tempo a recolher os dados e a elaborar os gráficos. Neste cenário, o recurso aos SATD considera-se como uma solução vantajosa,

pois os alunos podem concentrar-se na observação da experiência e na interpretação dos resultados, rentabilizando-se o tempo.

Neste ponto, importa ainda referir que embora a realização das duas actividades experimentais de investigação tenha conduzido a uma evolução positiva dos alunos no desenvolvimento das competências “interpretar resultados experimentais” e “identificar e formular problemas”, uma parte substancial dos alunos de ambos os grupos continuou a revelar dificuldades a estes dois níveis. Estes resultados corroboram as dificuldades manifestadas pelos alunos durante a realização de trabalho experimental de investigação no estudo de Santos (1999). Também alguns alunos do GC continuaram a apresentar dificuldades na construção de gráficos, mesmo após a realização de duas actividades experimentais, tal como Adams e Shrum (1990) verificaram no estudo realizado. Quanto ao GE, como não tiveram de construir gráficos, o resultado menos positivo alcançado no pós-teste ao nível desta competência já era esperado, uma vez que não foi trabalhada durante as duas actividades implementadas. Deste modo, sugere-se que antes de realizar actividades experimentais envolvendo SATD, o professor realize actividades experimentais em que o aluno tenha de construir o gráfico correspondente aos resultados obtidos, a fim de desenvolver esta competência.

O envolvimento dos alunos em mais actividades experimentais de investigação, concebidas e implementadas num contexto de APP, poderá contribuir para que venham a revelar cada vez menos dificuldades ao nível da interpretação de resultados experimentais e identificação e formulação de problemas.

Assim, a associação da APP ao TE pode ser vantajosa, contribuindo para que os alunos mais fácil e rapidamente desenvolvam competências do domínio do raciocínio, nomeadamente no que respeita à formulação de problemas e hipóteses. Estes resultados sustentam os resultados de estudos desenvolvidos por Hmelo-Silver, Gandra (2001) e Carvalho (2009).

No que respeita ao segundo objectivo, relativo à descrição do ambiente de aprendizagem gerado quando é seguido um ensino experimental das Ciências com e sem SATD, conclui-se que:

- o ambiente gerado nas aulas é agradável, dinâmico e motivador.
- os alunos consideram a realização de actividades experimentais como interessante/muito interessante e as tarefas propostas como desafiantes/muito desafiantes. Entre os aspectos mais positivos das actividades realizadas contam-se “permitirem saber mais sobre temas actuais, tais como o efeito de estufa e as

chuvas ácidas”, “envolverem o trabalho de grupo”, “permitirem aprender a trabalhar com materiais de laboratório”, “possibilitarem uma melhor compreensão dos temas” e “encorajarem a aprender a realizar experiências científicas”. Relativamente aos aspectos menos positivos, a “falta de tempo para a realização das tarefas” e “dificuldades na realização das tarefas sem a ajuda permanente do professor” são as opções preferencialmente seleccionadas pelos grupos controlo e experimental, respectivamente.

- os alunos de ambos os grupos gostariam de continuar a realizar actividades experimentais, por lhes associarem várias vantagens e potencialidades, nomeadamente ao nível do desenvolvimento de competências dos domínios do conhecimento substantivo e processual e do raciocínio e das atitudes, tais como: melhorar a organização de ideias e a cooperação com colegas, aprender a formular problemas e hipóteses para a resolução de problemas, interpretar resultados experimentais, desenvolver a autonomia na realização de tarefas, compreender fenómenos ambientais, realizar inferências e executar correctamente um procedimento experimental.
- os alunos sujeitos a actividades com SATD familiarizam-se rapidamente com os SATD, manipulando-os sem dificuldade, bastado apenas algumas orientações iniciais.
- a implementação de TE, com ou sem SATD, conduz a que os alunos estejam interessados, empenhados e motivados durante as aulas, discutindo os resultados obtidos, as formas de proceder para uma correcta aplicação do procedimento experimental e as questões da “Discussão em Grupo”.
- a implementação de TE, com ou sem SATD, melhora o sentido de responsabilidade e a autonomia dos alunos, uma vez que ao longo do tempo, os alunos foram, progressivamente, necessitando cada vez menos da ajuda/intervenção do professor;
- há necessidade de repensar/redefinir a maneira de organizar/planificar os períodos de tempo em que os alunos estão a aguardar pelos resultados, uma vez que se verificou que, em alguns momentos, os alunos se dispersaram, tendo estado a conversar sobre assuntos do dia-a-dia, que não estavam relacionados com a actividade que se encontrava a ser realizada. Este facto reforça os

resultados das investigações anteriormente descritas, como as levadas a cabo por Stein *et al.* (1990) e Newton (1997).

## **5.2. Implicações do Estudo**

Dos resultados obtidos neste estudo e das conclusões anteriormente mencionadas decorrem algumas implicações para o ensino das ciências.

Uma das metas educativas expressa nos documentos orientadores do Ensino Básico em Portugal é o desenvolvimento de competências de diferentes domínios, nomeadamente competências de resolução de problemas e competências associadas à literacia científica. Apesar disto, as práticas de sala de aula tendem a não reflectir esta orientação. A presente investigação afigura-se como uma proposta fundamentada e validada de uma estratégia que se revela como promotora do desenvolvimento deste tipo de competências. De facto, decorrente das conclusões deste estudo, a implementação de actividades experimentais de investigação, com ou sem recurso aos SATD, surge como uma estratégia que permite o desenvolvimento das competências pretendidas e que consequentemente contribui para uma melhoria do desempenho dos alunos.

A implementação de actividades experimentais com SATD poderá, no entanto, revelar-se mais vantajosa, tendo em conta que: (i) há uma rentabilização de tempo resultante do facto de se obter imediatamente os resultados em gráfico e/ou tabela, concentrando-se os alunos na observação da experiência e na interpretação dos resultados e (ii) se verifica um aumento do interesse e motivação dos alunos, resultante da manipulação de recursos tecnológicos.

A concepção e implementação de TE num contexto de APP também pode ser proveitosa, concorrendo para um mais rápido e fácil desenvolvimento de competências de raciocínio, mais concretamente de formulação de problemas e hipóteses.

## **5.3. Limitações do Estudo**

Uma limitação deste estudo, e que resulta da metodologia adoptada, é a impossibilidade de generalização dos resultados. Atendendo ao reduzido número de alunos envolvidos nesta investigação (n=48), as conclusões retiradas apenas são válidas para a amostra em causa.

Outra limitação relaciona-se com a selecção não aleatória dos alunos envolvidos no estudo, embora a escolha das turmas não possa ser considerada tendenciosa, pois a constituição das turmas não foi realizada pela investigadora. Além disso, os resultados obtidos no pré-teste, pelas turmas experimental (GE) e controlo (GC) seleccionadas, mostraram não existir diferenças estatisticamente significativas quanto ao nível de desenvolvimento de competências do conhecimento e de raciocínio avaliado. Os dois grupos podem, assim, considerar-se equivalentes.

O curto espaço de tempo para realização e conclusão deste estudo (1 ano) constitui outra limitação. Se o número de aulas/actividades experimentais envolvendo SATD tivesse sido superior talvez se tivessem verificado variações mais significativas entre os grupos controlo e experimental, dado que os alunos do grupo experimental estavam a contactar pela primeira vez com SATD.

#### **5.4. Sugestões para Futuras Investigações**

Considerando os resultados obtidos neste estudo e atendendo às limitações que apresenta, expõem-se, de seguida, algumas sugestões para futuras investigações que poderão ajudar a clarificar, aprofundar ou averiguar aspectos que foram abordados de modo insuficiente ou que não foram tratados nesta dissertação.

Assim, propõe-se a realização das seguintes investigações:

- Dado que foi seguida uma metodologia *quasi*-experimental sugere-se que sejam feitos estudos de replicação, em que a aleatoriedade e as condições de controlo sejam progressivamente melhoradas (dentro das possibilidades de natureza ética).
- Uma vez que este estudo foi efectuado com alunos que se encontravam a meio do terceiro ciclo do ensino básico, sugere-se a realização de uma investigação, que avalie o desenvolvimento, nos alunos do 7º ano de escolaridade (início do 3º ciclo do ensino básico) e nos alunos do 9º ano de escolaridade (ano terminal da escolaridade básica), de competências que concorrem para a literacia científica e para a resolução de problemas quando sujeitos a trabalho experimental com SATD, com o propósito de averiguar a evolução dessas competências ao longo do 3º ciclo e obter informação sobre o seu nível de desenvolvimento no final da escolaridade obrigatória.

- Considerando que esta investigação se centrou num único tema e nível de escolaridade e que estes factores podem influenciar o desempenho dos alunos, sugere-se o estudo dos efeitos que a implementação do trabalho experimental com SATD pode ter quando centrado noutros conteúdos e noutros níveis de escolaridade, de modo a obter um conhecimento mais fundamentado relativamente à eficácia desta estratégia de ensino-aprendizagem.
- Por fim, sugere-se que em estudos futuros se considere, quer através de questões na ficha ou colocadas pelo professor, o encorajamento à discussão dos dados.

Para além de um modesto contributo para o desenvolvimento do conhecimento na área do ensino das ciências, pretende-se que este estudo constitua um factor de reflexão e discussão em torno das práticas lectivas adoptadas pelos professores de ciências, particularmente de Ciências Naturais, e motive a decisão de implementação de estratégias pedagógicas diversificadas e de experiências de aprendizagem proporcionadas aos alunos, nomeadamente de actividades de TE de investigação concebidas e aplicadas num contexto de APP, alcançando-se uma melhoria do desempenho dos alunos ao nível do desenvolvimento das competências consignadas no currículo.





## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, D., & Shrum, J. (1990). The effects of microcomputers-based laboratory exercises on the acquisition of line graph construction and interpretation skills by high school biology students. *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (8), 777-787.
- Albanese M., & Mitchell, S. (1993). Problem-based learning: a review of literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine*, 68, 52-81.
- Almeida, A. (1995). *Trabalho experimental na Educação em Ciência: Epistemologia, Representações e Práticas dos Professores*. Tese de mestrado inédita, Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Almeida, A. (2001). Educação em Ciências e Trabalho Experimental: Emergência de uma nova concepção. *Ensino Experimental das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, 51-73.
- Almeida, P., & Chagas, I. (2007, Novembro). *Concepção, construção, publicação e validação de um site promotor do trabalho experimental no 1º ciclo*. Comunicação apresentada no XII Encontro Nacional de Ensino das Ciências. CDROM de Actas. Vila Real: UTAD.
- Azevedo, M. (2000). *Teses, Relatórios e Trabalhos Escolares - Sugestões para estruturação da escrita*. Lisboa: Universidade Católica Editora.
- Baggott La Velle, L., McFarlane, A., & Brawn, R. (2003). Knowledge transformation through ICT in science education: a case study in teacher-driven curriculum development – Case Study 1, *British Journal of Educational Technology*, 34(2), 1-17
- Balanskat, A.; Blamire, R., & Kefala, S. (2006). *The ICT Impact Report. A review of studies of ICT impact on schools in Europe*. European Communities: European Schoolnet. [Em linha] [Consultado a 25-06-2009] Acessível em <http://ec.europa.eu/education/doc/reports/doc/ictimpact.pdf>.
- Barell, J. (2007). *Problem-Based Learning – Na Inquiry Approach*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Barrows, H. S., & Kelson, A. M. (1995). *Problem-based learning: A total approach to education*. Springfield, IL: Southern Illinois University School of Medicine.
- Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980) *Problem-based learning: an approach to medical education*. New York: Springer.
- Barton, R. (1997). Does data logging change the nature of children's thinking in experimental work in science? In Somekh, B., & Davis, N. (Ed.), *Using Information Technology Effectively in Teaching and Learning: studies in pre-service and in-service teacher education*. London: Routledge, 63-72.

- Beaton, A. E., Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gonzalez, E. J., Smith, T. A. & Kelly, D. L. (1996). *Science achievement in the middle school years: IEA's third international Mathematics and Science study (TIMSS)*. Massachusetts, USA: TIMSS International Study Center.
- Berger *et al.* (1994). Research on the uses of technology in science education. In Gabel, D. (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning*. New York: McMillan P.C., 466-490.
- Bettencourt, T. (1994). *Um estudo sobre a utilização de um Sistema de Aquisição e Tratamento de Dados no laboratório de Biologia no ensino secundário*. Tese de mestrado inédita, Universidade do Minho, Instituto de Educação.
- Bridges, E. (1992). Problem-Based Learning for Administrators (ERIC Document Reproduction Service Nº EA 023 722).
- Brilha, J.; Legoinha, P.; Gomes, A., & Rodrigues, I. (1999). A integração das TIC no ensino – perspectiva actual no domínio das Ciências Naturais. *Desafios 1999. Actas da I Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação*. Braga: Centro de Competências Nónio Século XXI da Universidade do Minho, 117-125. [Em linha] [Consultado a 23-11-2008] Acessível em <http://www.nonio.uminho.pt/actchal99/Jose%20Brilha%20117-125.pdf>
- Bodgan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Bonito, J., & Trindade, V. (1998). Actividades práticas: Contributos para o ensino das geociências. Workshop realizada no 2º Simpósio Ensino das Ciências e da Matemática.
- Borg, W., & Gall, M. (1989). *Educational Research*. White Plains, NY: Longman Inc.
- Borg, W., & Gall, M. (1996). *Educational Research: an Introduction* (6<sup>th</sup> Edition). New York: Longman.
- Bouhuijs, P., & Gijsselaers, W. (1993). Course construction in problem-based learning. In Bouhuijs, P., Schmidt, H., van Berkel (Eds). *Problem-based Learning as an educational strategy*. Maastricht: Network Publications, 79-90.
- Caballero, C., Moreira, M. A., & Saraiva-Neves, M. (2006). Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem da física, em sala de aula – um estudo exploratório. *Investigações em Ensino de Ciências*, 11(3), 383-401.
- Cachapuz, A. (1989). Por um ensino relevante da Química: Que papel para o trabalho experimental? *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, 36, 25-27.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2000). *Perspectivas e Ensino das Ciências*. Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciência.

- Câmara, M. (1995). *A aprendizagem das Ciências da Natureza no jardim de infância - interação dos processos de socialização primária e secundária*. Tese de mestrado inédita, Universidade de Lisboa, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências.
- Campbell, D., & Stanley, J. (1963). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research*. USA: Houghton Mifflin Company.
- Cardoso, A., & Sequeira, M. (2000). Actividades laboratoriais em Biologia. Estratégia investigativa versus estratégia ilustrativa. Efeitos na aprendizagem cognitiva e no desenvolvimento de atitudes: um estudo. In M. Sequeira *et al.* (Org.). *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. Braga: Universidade do Minho, 175-186.
- Carvalho, C. (2009). *O Ensino e a Aprendizagem das Ciências Naturais através da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: Um estudo com alunos de 9º ano, centrado no tema Sistema Digestivo*. Tese de mestrado inédita, Universidade do Minho, Instituto de Educação e Psicologia.
- Castro, M. (1993). *Demonstrações Experimentais: Percepção de Professores e de Alunos*. Tese de mestrado inédita, Universidade de Lisboa, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências.
- Chagas, I. (1993). Aprendizagem não formal/formal das ciências. Relações entre os museus de ciência e as escolas. *Revista de Educação*, III (1), 51-59.
- Chagas (2008). *Programa da disciplina de Integração Curricular das TIC*. Documento não publicado. Departamento de Educação da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Chagas, I., Sousa, J., Piteira, G., Mano, P., & Tripa, R. (2005). Promoting ICT use in Portuguese schools: A case of school-university collaboration. *Interactive Educational Multimedia*, (11), 77-88.
- Charlin, B., Mann, K., & Hansen, P. (1998). The many faces of problem-based learning: a framework for understanding and comparison. *Medical Teacher*, 20 (4), 323-330.
- Choo, S. (2005). Dataloggers for Inquiry-Based Science Learning. [Em linha] [Consultado a 19-12-2007]. Acessível em [http://www.moe.gov.sg/edumall/rd/litreview/dataloggers\\_sci\\_lg.pdf](http://www.moe.gov.sg/edumall/rd/litreview/dataloggers_sci_lg.pdf)
- Cohen, L., & Manion, L. (1989). *Research methods in education*. London: Routledge.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2001). *Research Methods in Education*. London: Routledge Farmer, 5<sup>th</sup> Edition.
- Davis, M., & Harden, R. (1999). Problem-based learning: a practical guide. AMEE medical education n° 15. *Medical Teacher*, 21 (2), 130-144.
- Deaney, R., Hennessy, S., & Ruthven, K. (2006). Teachers' strategies for making effective use of datalogging. *School Science Review*, 88 (323), 103-110.

- DEB (Departamento do Ensino Básico) (2001a). *Currículo Nacional do Ensino Básico: Competências Essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento de Educação Básica.
- DEB (Departamento do Ensino Básico) (2001b). *Orientações Curriculares – Ciências Físicas e Naturais. 3º Ciclo*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento de Educação Básica.
- Decreto-Lei n.º 6/2001, de 18 de Janeiro.
- Denby, D. (2003). Using modern technologies in 14-19 science. *School Science Review*, 85 (310), 41-46.
- DES (Departamento do Ensino Secundário) (2001). *Programa de Física e Química B – 10º Ano*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento de Educação Secundária.
- Despacho n.º 6/MCT/96, de 1 de Julho
- Despacho n.º 206/ME/85, de 31 de Outubro
- Despacho n.º 232/ME/96, de 4 de Outubro
- Despacho n.º 16793/2005, de 1 de Julho
- Dias, H. (2004). *A aprendizagem por problemas na formação em tecnologias da saúde. Um caso de inovação curricular*. Faculdade de Medicina, Universidade de Lisboa.
- Dicionário Universal da Texto Editora
- Dixon, N. (2008). Can data logging improve the quality of interpretation and evaluation in chemistry lessons? *School Science Review*, 89 (329), 55-62.
- Dochy, F., Segers, M., van den Bossche, P., & Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 13, 533-568.
- Dolmans, D., Snellen-Balendong, H., Wolfhagen, H., & van der Vleuten, C. (1997). Seven principles of effective case design for a problem-based curriculum. *Medical Teacher*, 19(3), 185-189.
- Dolmans, D., Gijselaers, W., Moust, J., de Grave, W., Wolfhagen, I., & van der Vleuten C. (2002). Trends in research on the tutor in problem-based learning: conclusions and implications for educational practice and research. *Medical Teacher*, 24 (2), 173-180.
- Domingues, H., & Batista, J. (2007). *Gaia – Ciências Naturais 8º Ano*. Lisboa: Texto Editores.
- Duch, B. (1996). Problem-based learning in physics: The power of students teaching students. *Journal of College Science Teaching*, Março/Abril, 326-329.

- Esteves, E., & Leite, L. (2006). Learning How to Use The Laboratory Through Problem-Based Learning: A pilot study in na undergraduate physical sciences teacher education [Em linha] [Consultado a 19-12-2007]. Acessível em <http://www.atee2005.nl/search/paperworks.php?contrid=121>.
- Fartura, S. (2007). *Aprendizagem baseada em problemas orientada para o pensamento crítico*. Tese de mestrado inédita, Universidade de Aveiro, Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa.
- Fensham, P. (1981). Heads, hearts and hands – Future alternatives for science education. *Australian Science Teachers Journal*, 27 (1), 53-60.
- Fernandes, E. (2008). *A comunicação mediada por computador como factor facilitador da aprendizagem por problemas em ciências. Um estudo com alunos do 5º ano do ensino básico*. Tese de Mestrado. Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Fontes, C., Vieira, A., & Gonçalves, A. (1999). As TIC em Portugal: Que rumos?. In P. Dias & C. Varela. (org). *Desafios 1999. Actas da I Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação*. Braga: Centro de Competências Nónio Século XXI da Universidade do Minho, 513-526. [Em linha] [consultado a 19-12-2007]. Acessível em <http://www.nonio.uminho.pt/actchal99/Challenges'99.pdf>
- Freitas, J. (2004). Internet na Educação: contributo para a construção de redes educativas com suporte computacional. Tese de doutoramento inédita, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Friedler, Y., Nachmias, R., & Linn, M. (1990). Learning Scientific Reasoning Skills in Microcomputer-Based Laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(2), 173-191.
- Galaise, C. (2001). *Approche pédagogique d'apprentissage para problèmes et connaissances conditionnelles en expertise comptable au premier cycle universitaire*, Thèse de doctorat, Université du Québec à Chicoutimi.
- Gandra, P. (2001). *O efeito da aprendizagem na física baseada na resolução de problemas: um estudo com alunos do 9º ano de escolaridade na área temática "Transportes e Segurança"*. Tese de mestrado inédita, Universidade do Minho, Instituto de Educação e Psicologia.
- GAVE (Gabinete Avaliação Educacional) (2004). *Resultados do Estudo Internacional PISA 2003*. Lisboa: Ministério da Educação. [Em linha] [consultado a 6-06-2008]. Acessível em <http://www.gave.pt/pisa>
- GAVE (Gabinete Avaliação Educacional) (2007). *PISA 2006 – Competências Científicas dos Alunos Portugueses*. Lisboa: Ministério da Educação. [Em linha] [consultado a 25-07-2008]. Acessível em <http://www.gave.pt/pisa>
- Gipps, J. (2001). Data Logging and Inquiry Learning in Science. *Australian Computer Society, Inc.* [Em linha] [consultado a 9-12-2007]. Acessível em <http://www.esev.ipv.pt/3siie/actas/actas/doc19.pdf>

- Hmelo-Silver, C. (1998). Cognitive Consequences of Problem-Based Learning for the Early Development of Medical Expertise. *Teaching and Learning in Medicine*, 10(2), 92-100.
- Hmelo-Silver, C. (2004). Problem-Based Learning: What and How do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
- Hmelo-Silver, C., & Barrows, H. (2006). Goals and Strategies of a Problem-based Learning Facilitator. *The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 2(1), 21-39.
- Hodson, D. (1988). Experiments in science teaching. *Educational Philosophy and Theory*, 20 (2), 53-66.
- Hodson, D. (1990). A critical look at practical work in school science. *Practical work in school science*, 71 (256), 33-40.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más critic del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 299-313.
- Hodson, D. (1996). Practical work in school science:exploring some directions for change. *International Journal of Science Education*, 18 (7), 755-760.
- Hodson, D. (2000). The place of practical work in science education. In M. Sequeira et al. (Ed.), *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências*. Braga: Universidade do Minho, 29-42.
- Hodson, D. (2001). Research on Practical Work in School and Universities: in pursuit of better questions and better methods. In Cachapuz, A. (Ed.), *A Chemistry Odyssey* [CD]. 6th European Conference on Research in Chemical Education/2nd Conference on Chemical Education. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Hogg, P., & Mackey, S. (2007, Novembro). *A aprendizagem por problemas nas áreas da educação e da saúde*. Workshop. DEFCUL, Lisboa.
- Hoffman, B., & Ritchie, D. (1997). Using multimédia to overcome the problems with problem based learning. *Instructional Science*, 25, 97-115.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. (1991). Simulation and laboratory practical activity. In B. Woodnough (Ed.), *Practical science*, 125-150. Miltonkeynes, PA: Open University Press
- Hoftein, A. & Lunetta, V. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88 (1), 28-54.
- Ilabaca, J. (2003). Integración Curricular de TICs: Concepto y Modelos. *Revista Enfoques Educacionais*, 5 (1), 1 - 15. [Em linha] [Consultado a 23-09-2007] Acessível em [http://rehue.csociales.uchile.cl/publicaciones/enfoques/07/Sanchez\\_IntegracionCurricularTICs.pdf](http://rehue.csociales.uchile.cl/publicaciones/enfoques/07/Sanchez_IntegracionCurricularTICs.pdf)

- Kennedy, D. & Finn, S. (2000). *The Use of Datalogging in Teaching Physics and Chemistry in Second-Level Schools in Ireland*. Cork: University College. [Em linha] [Consultado a 28-12-2007] Acessível em <http://www.sip.ie/sippdfs/finalreport002.pdf>
- Klainin, S. (1988). Practical Work and Science Education I. In Fensham, P. (Ed.), *Development and Dilemmas in Science Education*. London: The Farmer Press, 169-188.
- Lambros, A. (2002). *Problem-Based Learning in K-8 classrooms*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Lambros, A. (2004). *Problem-Based Learning in middle and high school classrooms*. Thousand Oaks: Corwin Pres.
- Lazarowitz, R. & Pinchas, T. (1994). *Research on Using Laboratory Instruction in Science*. Handbook of Research on Science Teaching and Learning. New York: Macmillan Publishing Company, 94-128.
- Lazarowitz, R., Tamir, P. (1994). Research on using laboratory instruction in science. In D. Gabel (Ed.), Handbook of research on science teaching and learning (pp. 94-128). New York: Simon & Schuster Macmillan.
- Leite, L. (2000). As actividades Laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In Manuel Sequeira *et al.* (org.) *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências*. Braga: Universidade do Minho.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In Caetano, H., & Santos, M. (Org.), *Cadernos Didácticos de Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação, 79-97.
- Leite, L., & Afonso, A. (2001). Aprendizagem baseada na resolução de problemas: Características, organização e supervisão. *Boletín das Ciencias*, 48, 253-260.
- Leite, L., & Esteves, E. (2005). Ensino orientado para a Aprendizagem baseada na resolução de problemas na Licenciatura em ensino de Física e Química. In Silva, B. & Almeida, L. (Eds.). *Actas do Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia* (Cd-Rom). Braga: Universidade do Minho, 1-17.
- Lima, A. (2007). TIC e desenvolvimento de competências de resolução de problemas. Tese de mestrado inédita, Universidade de Aveiro, Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa.
- Lopes, J. (1994). Supervisão do Trabalho Experimental no 3º Ciclo do Ensino Básico: um Modelo Inovador. Tese de mestrado inédita, Universidade de Aveiro.
- López, A. (2004). Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la Ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(2), 70-86.
- Lunetta, V. (1991). Actividades práticas no Ensino da Ciência. *Revista de Educação*, 2 (1), 81-90.



- Lunetta, V. (1998). The School Science Laboratory: Historical Perspectives and Contexts for Contemporary Teaching. In B. Fraser & K. Tobin (Ed.), *International Handbook of Science Education*. Amsterdam: Kluwer, 249-262.
- Machin, S., McNally, S., & Silva, O. (2006). *New Technology in Schools: Is There a Payoff?*. Londres: Centre for the Economics of education. [Em linha] [Consultado a 23-09-2008] Acessível em <http://cee.lse.ac.uk/cee%20dps/ceedp55.pdf>.
- Margetson, D. (1997). Why is problem-based learning a challenge?. In David Boud & Grahame Felett (Eds). *The Challenge of Problem-Based Learning*. 2th Edition. London: Kogan Page Limited, 36-44.
- Matos, J. (2001). *Trabalho experimental na aula de Ciências Físico-Químicas do 3º ciclo do ensino básico: teorias e práticas de professores*. Tese de mestrado inédita, Universidade de Lisboa, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências.
- McFarlane, A., & Sakellariou, S. (2002). The role of ICT in Science Education, *Cambridge Journal of Education*, 32(2), 219-232.
- Merriam, S. B. (1988). *Case study research in education - a qualitative approach*. San Francisco, CA: Jossey – Bass Inc, Publishers.
- Miguéns, M. (1991). Atividades práticas na educação em ciência: que Modalidades? *Aprender*, 14, 39-44.
- Miguéns, M. (1999). *O Trabalho Prático e o Ensino das Investigações na Educação Básica*. Colóquio Ensino Experimental e Construção de Saberes. Lisboa: Conselho Nacional de Educação.
- Miranda, G. (2006). As novas tecnologias e a inovação das práticas pedagógicas. In A. Trigueiros (Coord.). Contextos de aprendizagem para uma sociedade de conhecimento. *Actas das XIV Jornadas Pedagógicas – VIII Transfronteiriças*. Castelo Branco: RVJ Editores Lda., 77-93.
- Morais, A., Neves, I., Medeiros, A., Peneda, D., Fontinhas F., & Antunes, H. (1993). *Socialização primária e prática pedagógica* (Vol. 2). Lisboa: Fundação Gulbenkian.
- Morais, A., & Neves, I. (2000). *Estudos para uma sociologia da aprendizagem*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional (IIE).
- Morais, C. & Paiva, J. (2007). Simulação Digital e actividades experimentais em Físico-Químicas. Estudo piloto sobre o impacto do recurso “Ponto de Fusão e ponto de ebulição no 7º ano de escolaridade”. *Sísifo. Revista de Ciências da Educação*, 3, 101-112. Consultado a 5-12-2007 em <http://sisifo.fpce.ul.pt>
- Moreira, M., & Costa, S. (1999). A pesquisa em resolução de problemas em Física: uma visão contemporânea. Universidad de Burgos, Departamento de Didácticas Específicas.

- Motta, L., & Viana, M. (2007). *Bioterra – Ciências Naturais 8º Ano*. Porto: Porto Editora.
- Murphy, C., & Greenwood, L. (1998). Effective integration of information and communications technology in teacher education. *Technology, Pedagogy and Education*, 7(3), 413-429. [Em linha] [consultado em 9-12-2007]. Acessível em <http://dx.doi.org/10.1080/14759399800200039>
- Newton, L. (1997). Graph talk: some observations and reflections on students' data-logging. *School Science Review*, 79 (287), 49-54.
- Newton, L. (1998). Gathering Data: does it make sense? *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 7(3), 379-394. [Em linha] [consultado em 9-12-2007]. Acessível em <http://dx.doi.org/10.1080/14759399800200040>
- Newton, L. (2000). Data-logging in practical science: research and reality. *International Journal of Science Education*, 22(12), 1247-1259.
- Oliveira, M. (1999). *Trabalho Experimental e Formação de Professores*. Actas do Seminário Ensino Experimental e Construção de Saberes. Lisboa: Conselho Nacional de Educação.
- Pereira, R. (2007). *Concepção e aplicação de um site de Astronomia como recurso potenciador da aprendizagem em ciências. Um estudo com alunos do ensino básico*. Tese de Mestrado. Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Pires, P. (2005). *O Ensino Experimental das Ciências e o Desenvolvimento de Competências*. Tese de mestrado inédita, Universidade de Lisboa, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências.
- Ponte, J. (1994). *O Projecto MINERVA – Introduzindo as NTI na educação em Portugal*. Lisboa: DEP – ME.
- Pontes, A. (2005). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(1), 2-18. [Em linha] [consultado em 2-4-2009]. Acessível em [http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero\\_2\\_1/Pontes2005a.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero_2_1/Pontes2005a.pdf)
- Rabaçal, F., Serra, G., Jesuíno, L., & Girão, P. (2001). Movimento no plano inclinado: uso de sensores em actividades na sala de aula. *Desafios 2001. Actas da II Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação*. Braga: Centro de Competências Nónio Século XXI da Universidade do Minho, 1155-1161. [Em linha] [Consultado a 6-01-2009]. Acessível em <http://www.nonio.uminho.pt/challenges/actchal01/109-Flavio%20Rabacal%201155-1162.pdf>
- Rendas, A., Pinto, P., & Gamboa, T. (1997). Aplicação ao ensino médico do método de aprendizagem por problemas. 1ª parte: Reflexões sobre o método como uma estratégia de inovação. *Educação Médica*, 8 (1), 17-35.
- Resolução do Conselho de Ministros n.º137/2007, de 18 de Setembro.

- Roblyer, M. (2006). *Integrating educational technology into teaching*. Columbus. OH: Pearson.
- Rogers, L. (1997). New data logging tools – new investigations. *School Science Review*, 79 (287), 61-68.
- Rogers, L. (2003). Does ICT in Science really work in the classroom?. [Em linha] [consultado em 27-12-2007]. Acessível em <http://web.uniud.it/CIRD/girepseminar2003/abstracts/pdf/rogers.pdf>
- Rosenthal, D. (1986). Biology education in a social and moral content. In Bybee, R. (Ed.), *Science, Technology, Society*. Washington D.C.: National Science Teacher Association, 102-116.
- Ruivo, M. (1994). *Representações dos professores acerca do trabalho prático na disciplina de Ciências Naturais do 7º ano de escolaridade*. Tese de mestrado, Universidade do Minho, Instituto de Educação e Psicologia.
- Sacadura, M.(2001). *Ensino Experimental nas disciplinas de Ciências da Terra e da Vida e de Técnicas Laboratoriais de Biologia e Geologia*. Tese de mestrado inédita, Universidade de Lisboa, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências.
- Sandholtz, J., Ringstaff, C., & Dwyer, D. (1997). *Teaching with technology. Creating student-centered classrooms*. New York: Teachers College Press.
- Santos, M. (1999). *Trabalho experimental na aprendizagem em ciência. O desenvolvimento de competências científicas na disciplina de técnicas laboratoriais de Biologia*. Tese de mestrado inédita, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciência e Tecnologia.
- Santos, M. (2002). *Trabalho Experimental no Ensino das Ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Savery, J., & Duffy, T. (2001). Problem Based Learning: An instructional model an its constructivist framework. In Savin-Baden, M. (2000). *Problem-Based Learning in Higher Education: Untold Stories*. Maidenhead: Open University Press.
- Savin-Baden, M., & Major, C. (2004). *Foundations of Problem-Based Learning*. Maidenhead: Open University Press.
- Schmidt, H. (1993). Foundations of problem-based learning: some explanatory notes. *Medical Education*, 27, 422-432.
- Sebastià, B. M., & Lloret, M. A. (2003). *Utilización de las TIC (sensores) para simular experiencias medioambientales en la educación secundaria*. [Em linha] [Consultado a 22-10-2007] Acessível em [http://intercentres.cult.gva.es/cefire/03402231/benidorm\\_vell/Ciencia/images/SENSORES2.doc](http://intercentres.cult.gva.es/cefire/03402231/benidorm_vell/Ciencia/images/SENSORES2.doc)
- Silva, A., Gramaxo, F., Santos, M., Mesquita, A., Baldaia, L., & Felix, J. (2007). *Planeta Vivo – Ciências Naturais 8º Ano*. Porto: Porto Editora.

- Silva, B. (2002). A inserção das novas tecnologias da informação e comunicação no currículo – repercussões e exigências na profissionalidade docente. In A. F. Moreira e E. F. Macedo (orgs.), *Currículo, Práticas Pedagógicas e Identidades*. Porto: Porto Editora, pp. 65-91.
- Silva, B., & Silva A. (2001). Para um modelo de avaliação da integração das tecnologias de informação e comunicação (TIC) nas escolas. In: B. Silva & L. Almeida. (orgs.) *Actas do 6º Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia*. Braga: CEEP/UM, pp. 731-746. [Em linha] [Consultado a 23-09-2007]: <http://hdl.handle.net/1822/565>
- Silva, J. (1996). *O Sistema de Aquisição e Tratamento de dados como meio para promover a mudança conceptual*. Tese de mestrado inédita, Universidade do Minho, Instituto de Educação e Psicologia.
- Stein, J., Nachmias, R., & Friedler, Y. (1990). An Experimental Comparison of Two Science Laboratory Environments: Tradicional and Microcomputer-Based. *Journal of Educational Computing Research*, 6(2), 183-202.
- Tamir, P. (1991). Practical work in school science: an analysis of current practice. In B. Woolnough (Ed.). *Practical Science*. The role and reality of pratical work in school science. Milton Keynes & Philadelphia, PA: Open University Press, 13-20.
- Tan, O. S. (2005). Problem-based learning: The future frontiers. In Tan, K., Lee, M., Mok, J., & Ravindran, R. (Eds.). *Problem-based Learning: New directions and approaches*. Singapore: Learning Academy, Temasek Centre for Problem-based Learning.
- TenBrink, T. (1974). *Evaluation: a practical guide for teachers*. New York: MacGraw-Hill.
- Texas Instruments (2000). *Introdução ao CBL2*.
- Tremblay, M. B. (2009). *La Pédagogie para Problèmes: une clé en enseignement postsecondaire*. Canada: Guérin universitaire.
- Tuckman, B. (2002). *Manual de Investigação em Educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Valente, M. (1999). *As vozes das escolas*. Colóquio Ensino Experimental e Construção de Saberes. Lisboa: Conselho Nacional de Educação.
- Van der Vleuten, C. (2000). Problem-based learning: the case of Maastricht. Comunicação oral apresentada no *Teaching and Learning in the NewMillenium*. Hong-Kong.
- Vieira, M. (2003). *Formação Continuada de Professores do 1º e 2º Ciclos do Ensino Básico Para uma Educação em Ciências com Orientação CTS/PC*, Tese de doutoramento inédita, Universidade de Aveiro.
- Webster's New World Dictionary of the American Language, 1967.

- Wellington, J. (1981). "What's supposed to happen, sir?": some problems with discovery learning. *School Science Review*, 222, 167-173
- Wellington, J. (1994). *Secondary Science. Contemporary Issues and Practical Approaches*. London: Routledge.
- Wellington, J. (2000). Re-thinking the role of practical work in science education. In M. Sequeira *et al.* (Ed.), *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências*. Braga: Universidade do Minho, 75-89.
- West, S. (1992). Problem-Based Learning – a viable addition for secondary school science. *School Science Review*, 73 (265), 47-55.
- Woods, D.R. (2000). Problem-based Learning: How to Gain the Most from PBL. Hamilton: MacMaster University, The Bookstore.
- Woolnough, B. (1991). Practical science as a holistic activity. In B. Woolnough (Ed.), *Practical Science*. Milton Keynes & Philadelphia, PA: Open University Press, 181-188.
- Woolnough, B., & Allsop, T. (1985). *Practical Work in Science*. Cambridge: Cambridge University Press.

### ***Sites Consultados***

<http://www.escola.gov.pt/eixos-projectos.asp>

<http://www.eduteka.org/quienes.php3>

[http://www.futurelab.org.uk/resources/documents/lit\\_reviews/Secondary\\_Science\\_Review.pdf](http://www.futurelab.org.uk/resources/documents/lit_reviews/Secondary_Science_Review.pdf)

[http://partners.becta.org.uk/upload-dir/downloads/page\\_documents/research/wtrs\\_science.pdf](http://partners.becta.org.uk/upload-dir/downloads/page_documents/research/wtrs_science.pdf)

[http://www.concord.org/work/software/ccprobeware/probeware\\_history.pdf](http://www.concord.org/work/software/ccprobeware/probeware_history.pdf)

[http://eec.dgidec.min-edu.pt/documentos/acompanhamento\\_porto\\_utilizacao\\_sensores.pdf](http://eec.dgidec.min-edu.pt/documentos/acompanhamento_porto_utilizacao_sensores.pdf)

<http://www.vernier.com>

[http://www.concord.org/publications/files/narst\\_teenmss\\_paper.pdf](http://www.concord.org/publications/files/narst_teenmss_paper.pdf)

<http://www.concord.org/publications/newsletter/2007-fall/2007-fall-newsletter.pdf>

<http://www.ti.com>

<http://www.education.ti.com>

## **ANEXOS**



## **ANEXO 1**

### **Questionário Aplicado como Pré-Teste**

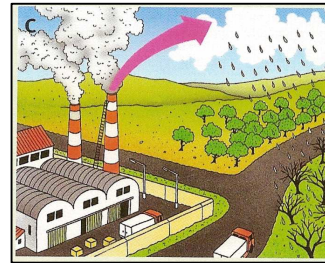
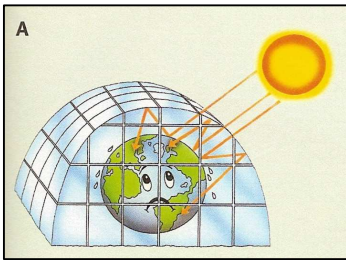




Nome: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ N.º: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

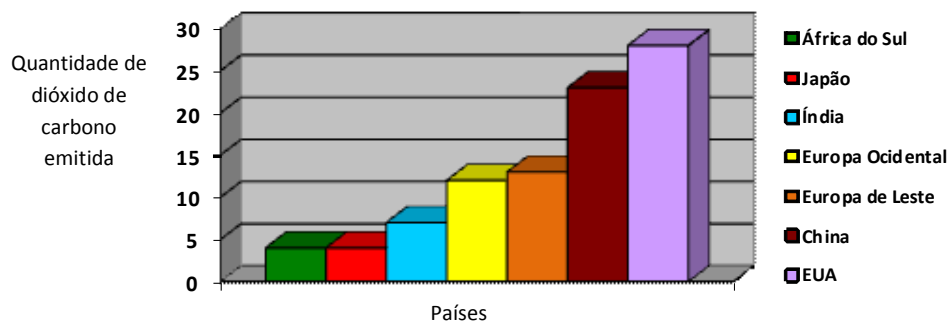
### FICHA DE DIAGNÓSTICO

1. A acção humana está a provocar problemas ambientais no planeta Terra. Identifica os problemas ambientais representados nas figuras A, B e C.



A - \_\_\_\_\_ B - \_\_\_\_\_ C - \_\_\_\_\_

2. Observa atentamente o gráfico que mostra os principais países emissores de dióxido de carbono e responde às questões.



- 2.1. Indica os três países que produzem mais dióxido de carbono.

\_\_\_\_\_

- 2.2. Justifica a tua resposta com base nos dados do gráfico.

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

- 2.3. Observa os dados da tabela e relaciona a quantidade de dióxido de carbono emitida pelos países com o respectivo grau de industrialização.

Países	Nível de Industrialização
África do Sul	Alto
Japão	Muito alto
Índia	Médio
Europa Ocidental	Alto
Europa de Leste e Rússia	Médio
China	Alto
EUA	Muito alto

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

2.4. Entre as actividades que se seguem, selecciona as que contribuem para aumentar a concentração de dióxido de carbono na atmosfera.

- a) Queima de combustíveis fósseis (petróleo, carvão)
- b) Desflorestação
- c) Respiração das plantas
- d) Libertação de gases pelas chaminés das indústrias e dos veículos motorizados
- e) Evaporação das águas dos oceanos.

☐  
☐  
☐  
☐  
☐

2.5. O aumento do dióxido de carbono na atmosfera tem consequências sobre o fenómeno do efeito de estufa.

2.5.1. Comenta a seguinte afirmação: O efeito de estufa tem consequências positivas e negativas para a vida na Terra. \_\_\_\_\_

---



---



---

2.5.2. Descreve como relacionas a quantidade de gases de estufa presentes na atmosfera, a temperatura na superfície terrestre e as alterações climáticas que estão a ocorrer no nosso planeta.

---



---



---



---

3. As chuvas ácidas são outro problema que está afectar os ecossistemas. Observa o esquema apresentado que traduz este fenómeno.



3.1. O pH das chuvas ácidas é:

- a) abaixo de 7. ☐
- b) igual a 7. ☐
- c) acima de 7. ☐

3.2. As chuvas ácidas devem-se: (Assinala a opção correcta)

- a) ao aquecimento global.
- b) ao aumento do buraco na camada de ozono.
- c) à desflorestação e à destruição de habitats.
- d) à emissão para a atmosfera de gases resultantes de combustões.

☐  
☐  
☐  
☐

3.3. Quais os principais gases responsáveis pela formação das chuvas ácidas? \_\_\_\_\_

---

3.4. Qual o efeito das chuvas ácidas:

3.4.1. nos monumentos feitos de calcário? \_\_\_\_\_

---

3.4.2. na vegetação? \_\_\_\_\_

---

3.4.3. nas cadeias alimentares? \_\_\_\_\_

---

4. Foram colocados ovos de rã e de salamandra, em igual quantidade, em 48 caixas repartidas por três lotes. O quadro evidencia as condições de cada lote, bem como os resultados obtidos após terem sido colocadas as caixas nos lagos onde vivem as espécies a que pertencem os ovos.

Lotes	Condições	Indivíduos nascidos
1	Caixas com tampa transparente mas que retém os raios ultravioleta	55% salamandras 80% rãs
2	Caixas sem tampa	10% salamandras 60% rãs
3	Caixas com tampa transparente mas que deixam passar os raios ultravioleta	10% salamandras 60% rãs

4.1. Que problema está a ser investigado com esta experiência? \_\_\_\_\_

4.2. Como explicas a diferença de resultados entre os lotes 1 e 2? \_\_\_\_\_

4.3. Refere a razão da existência do lote 3 nesta experiência. \_\_\_\_\_

5. Lê com atenção o excerto de uma notícia publicada num jornal regional português e responde às questões abaixo indicadas.

**FÉRIAS ESTRAGADAS**

*Três dos oito elementos de uma família adoeceram subitamente, quando estavam a passar umas férias no campo. Estes três familiares tinham passado o fim-de-semana acampados junto ao ribeiro local cujas águas tinham utilizado para beber e lavar a loiça. Tinham cólicas fortes, diarreia e alguma febre. Dirigiram-se ao centro hospitalar mais próximo e como os outros membros da família estavam de boa saúde, o médico quis saber o que poderia ter provocado aquela doença.*

5.1. A partir das informações fornecidas nesta notícia, que problema identificas? \_\_\_\_\_

5.2. Formula uma hipótese para o problema que enunciaste na questão anterior. \_\_\_\_\_

5.3. Indica como procederias, passo a passo, para testar a hipótese formulada. \_\_\_\_\_

6. A partir dos dados apresentados na tabela, constrói o gráfico correspondente na folha quadriculada que te foi distribuída.

Nº dias	0	2	4	6	8
Altura da planta (cm)	0	1	3	7	10



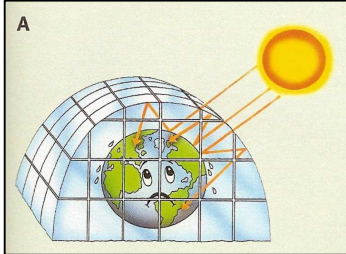
## **ANEXO 2**

### **Questionário Aplicado como Pós-Teste**



### FICHA FORMATIVA

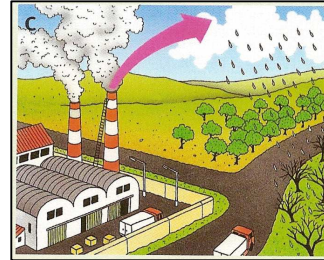
1. A acção humana está a provocar problemas ambientais no planeta Terra. Identifica os problemas ambientais representados nas figuras A, B e C.



A - \_\_\_\_\_



B - \_\_\_\_\_



C - \_\_\_\_\_

2. Observa atentamente o gráfico e a tabela abaixo apresentados.

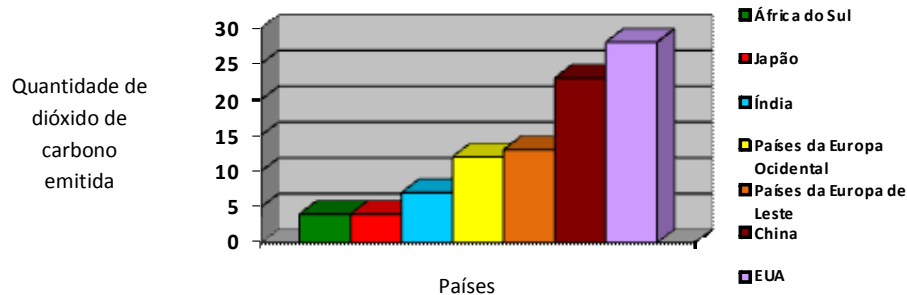


Gráfico - Principais países emissores de dióxido de carbono

Países	Nível de Industrialização
África do Sul	Alto
Japão	Muito alto
Índia	Médio
Países da Europa Ocidental	Alto
Países da Europa de Leste	Médio
China	Alto
EUA	Muito alto

Tabela – Grau de industrialização dos principais países emissores de dióxido de carbono.

- 2.1. Observa o gráfico e indica as três regiões que produzem mais dióxido de carbono.

\_\_\_\_\_

- 2.2. Justifica a tua resposta com base nos dados do gráfico.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- 2.3. Tendo em conta dos dados do gráfico e da tabela relaciona a quantidade de dióxido de carbono emitida pelos países com o respectivo grau de industrialização.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



2.4. Entre as actividades que se seguem, selecciona as que contribuem para aumentar a concentração de dióxido de carbono na atmosfera.

- a) Queima de combustíveis fósseis (petróleo, carvão)
- b) Desflorestação
- c) Respiração das plantas
- d) Libertação de gases pelas chaminés das indústrias e dos veículos motorizados
- e) Evaporação das águas dos oceanos.

☐  
☐  
☐  
☐  
☐

2.5. O aumento do dióxido de carbono na atmosfera tem consequências sobre o fenómeno do efeito de estufa.

2.5.1. Comenta a seguinte afirmação: O efeito de estufa tem consequências positivas e negativas para a vida na Terra. \_\_\_\_\_

---

---

---

---

2.5.2. Descreve como relacionas a quantidade de gases de estufa presentes na atmosfera, a temperatura na superfície terrestre e as alterações climáticas que estão a ocorrer no nosso planeta.

---

---

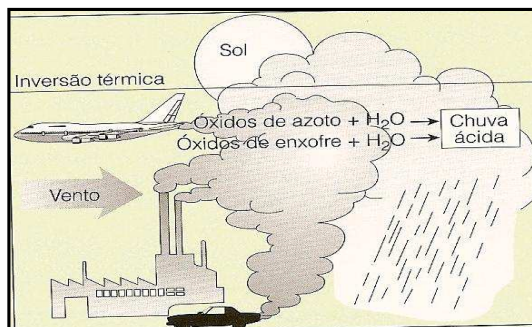
---

---

3. As chuvas ácidas são outro problema que está afectar os ecossistemas. Observa o esquema apresentado que traduz este fenómeno.

3.1. O pH das chuvas ácidas é:

- a) abaixo de 7. ☐
- b) igual a 7. ☐
- c) acima de 7. ☐



3.2. As chuvas ácidas devem-se: (Assinala a opção correcta)

- a) ao aquecimento global.
- b) ao aumento do buraco na camada de ozono.
- c) à desflorestação e à destruição de habitats.
- d) à emissão para a atmosfera de gases resultantes de combustões.

☐  
☐  
☐  
☐

3.3. Quais os principais gases responsáveis pela formação das chuvas ácidas? \_\_\_\_\_

---

3.4. Qual o efeito das chuvas ácidas:

3.4.1. nos monumentos feitos de calcário? \_\_\_\_\_

---

3.4.2. na vegetação? \_\_\_\_\_

---

3.4.3. nas cadeias alimentares? \_\_\_\_\_

---

4. Foram colocados ovos de rã e de salamandra, em igual quantidade, em 48 caixas repartidas por três lotes. O quadro evidencia as condições de cada lote, bem como os resultados obtidos após terem sido colocadas as caixas nos lagos onde vivem as espécies a que pertencem os ovos.

Lotes	Condições	Indivíduos nascidos
1	Caixas com tampa transparente mas que retém os raios ultravioleta	55% salamandras 80% rãs
2	Caixas sem tampa	10% salamandras 60% rãs
3	Caixas com tampa transparente mas que deixam passar os raios ultravioleta	10% salamandras 60% rãs

- 4.1. Que problema está a ser investigado com esta experiência? \_\_\_\_\_
- 4.2. Como explicas a diferença de resultados entre os lotes 1 e 2? \_\_\_\_\_
- 4.3. Refere a razão da existência do lote 3 nesta experiência. \_\_\_\_\_

5. Lê com atenção o excerto de uma notícia publicada num jornal regional português e responde às questões abaixo indicadas.

**FÉRIAS ESTRAGADAS**

*Três dos oito elementos de uma família adoeceram subitamente, quando estavam a passar umas férias no campo. Estes três familiares tinham passado o fim-de-semana acampados junto ao ribeiro local cujas águas tinham utilizado para beber e lavar a loiça. Tinham cólicas fortes, diarreia e alguma febre. Dirigiram-se ao centro hospitalar mais próximo e como os outros membros da família estavam de boa saúde, o médico quis saber o que poderia ter provocado aquela doença.*

- 5.1. A partir das informações fornecidas nesta notícia, que problema identificas? \_\_\_\_\_
- 5.2. Formula uma hipótese para o problema que enunciaste na questão anterior. \_\_\_\_\_
- 5.3. Indica como procederias, passo a passo, para testar a hipótese formulada. \_\_\_\_\_

6. A partir dos dados apresentados na tabela, constrói o gráfico correspondente na folha quadriculada que te foi distribuída.

Nº dias	0	2	4	6	8
Altura da planta (cm)	0	1	3	7	10



### **ANEXO 3**

#### **Actividades Planificadas para o Grupo Controllo**



## ACTIVIDADE EXPERIMENTAL N.º1

Nome dos elementos do grupo: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_ N.º: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### PARTE I

Lê com atenção a notícia que se segue e responde às questões.

#### O efeito de estufa e a temperatura da Terra

Uma das maiores preocupações do mundo de hoje é o perigo do aquecimento global, tema recorrente na imprensa, rádio e televisão. Todos os países reconhecem que a acção do homem contra o ambiente se traduz no agravamento da saúde das próximas gerações e é de nefastas consequências sociais e económicas. Há gases naturais, como o dióxido de carbono e o vapor de água, que criam uma camada (espécie de telhado) na atmosfera, deixando o calor entrar e não o deixando sair. Estes gases, vulgarmente designados por gases de estufa, são responsáveis pelo efeito de estufa, um fenómeno natural que garante o aquecimento do planeta. Dentro dos seus limites naturais é um fenómeno benéfico e essencial para a existência temperaturas moderadas na Terra e consequentemente para a existência de vida. No entanto, o crescimento de riqueza, sobretudo a partir da Revolução Industrial, tem comprometido o equilíbrio natural do nosso planeta, estando-se a assistir a um aumento dos níveis dos gases de estufa na atmosfera (Figura 1). Este facto tem levado alguns cientistas a defender que este aumento pode ser um dos responsáveis pelas alterações climáticas que se estão a fazer sentir no nosso planeta.

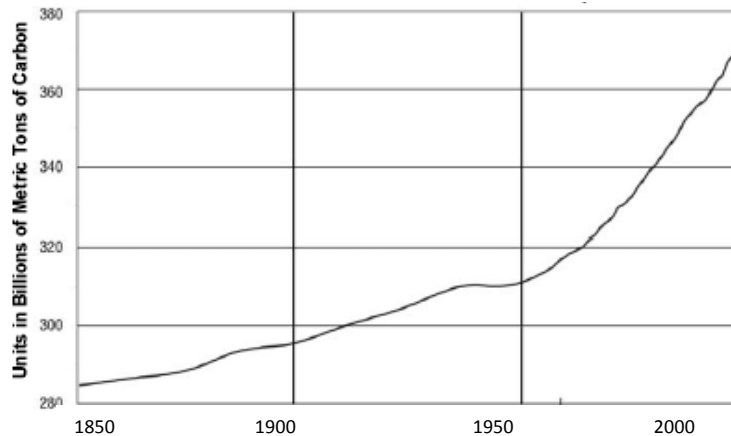


Figura 1. Quantidade de dióxido de carbono na atmosfera ao longo do tempo.

*Jornal Expresso de 12.02.2008 (adaptado)*

1. Sublinha as palavras e/ou ideias que não conheces ou que te suscitam dúvidas.
2. Recorrendo a livros ou à internet procura obter mais informações sobre essas palavras e/ou ideias. Regista as informações que obtiveres na folha branca que te foi distribuída.
3. A partir das informações fornecidas nesta notícia, que problema ambiental identificas?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Formula uma hipótese para o problema que enunciaste na questão anterior.

---

## PARTE II

### INTRODUÇÃO

Com a realização da actividade experimental seguidamente apresentada terás a oportunidade de simular o efeito de estufa e obter dados que te permitirão verificar se este fenómeno intervém ou não na variação da temperatura da superfície terrestre e consequentemente se pode ser um dos responsáveis pelo aquecimento global e pelas alterações climáticas, testando a hipótese colocada anteriormente.

Ao longo desta actividade experimental há três questões que te irão servir de fio condutor e às quais deverás conseguir dar resposta no final do mesmo: Que factores podem afectar a variação de temperatura dentro dos frascos? Que relação existe entre o aumento dos gases de estufa na atmosfera e a variação da temperatura na superfície terrestre? Qual a relação entre o aumento da quantidade de gases de estufa na atmosfera e o aquecimento global na Terra? E entre o aquecimento global na Terra e as alterações climáticas?

### PROTOCOLO EXPERIMENTAL

#### Material por grupo

- 2 termómetros
- 1 suportes universais
- 1 candeeiro
- 2 gobelés de 600ml
- Papel autocolante
- 1 lápis
- Caneta de acetato
- 2 rótulos
- Régua

#### Procedimento

1. Coloca os dois gobelés, lado a lado, em cima de uma mesa, distando 2 cm um do outro. Com o auxílio de um lápis marca as suas posições na mesa.
2. Centra o candeeiro entre os 2 frascos, assegurando que a lâmpada fica a uma distância deles de cerca de 10 cm.
3. Confirma que os gobelés se encontram devidamente limpos e secos e seguidamente numera-os (1,2), utilizando uma caneta de acetato.
4. Corta dois quadrados de papel autocolante de 15 cm x 15 cm.
5. Com o auxílio de um lápis bem afiado, faz um pequeno furo no centro de cada um dos quadrados previamente cortados.
6. Tapa cada um dos gobelés com um quadrado de papel autocolante.
7. Lentamente, faz deslizar o termómetro 1 através do orifício do gobelé 1 e o termómetro 2 pelo orifício do gobelé 2.
8. Utilizando, se necessário, 2 molas e os suportes universais, confirma que os termómetros ficam posicionados no meio dos gobelés e assegura-te igualmente que estes estão afastados das paredes dos mesmos.
9. Liga o candeeiro.
10. Regista na tabela 2 o valor da temperatura em cada gobelé.
12. Retira o termómetro do gobelé 1.

13. Inspira até encheres bem a caixa torácica. Seguidamente expira lentamente para dentro do gobelé 1 através do pequeno orifício aberto previamente.
14. Expira mais sete ou oito vezes através do orifício do gobelé 1.
15. Faz deslizar novamente o termómetro 1 através do orifício do gobelé 1 e recolhe os resultados da temperatura durante 12 minutos, registando os valores, de dois em dois minutos, na Tabela 2. Enquanto aguardas completa a Tabela 1.
16. Completa o último item da Tabela 2.
17. Ao fim de 12 minutos desliga o candeeiro e remove, com cuidado os termómetros.
18. A partir dos resultados obtidos, constrói o respectivo gráfico.
19. Responde às restantes questões formuladas.

### REGISTO DAS OBSERVAÇÕES

1. Assinala com uma cruz (X), na *Tabela 1*, as opções que considerares correctas relativamente aos factores envolvidos em cada um dos gobelés 1 e 2.

Factores	Gobelé 1	Gobelé 2
Coberto com película de papel autocolante		
Fonte de calor		
Adição de dióxido de Carbono		
Adição de vapor de água		

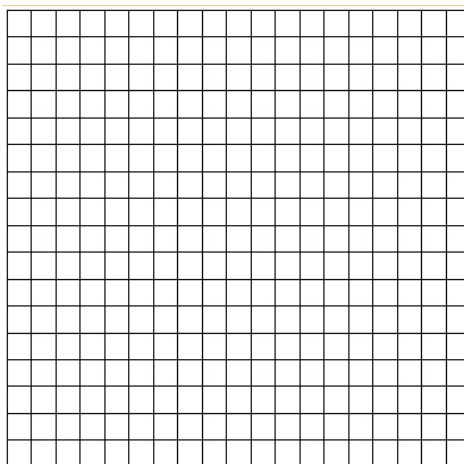
*Tabela 1*

2. Completa a *Tabela 2*.

Tempo decorrido	0 min. (1)	2 min.	4 min.	6 min.	8 min.	10 min.	12 min. (2)	Variação da temperatura (°C) (2-1)
Temperatura no Gobelé 1								
Temperatura no Gobelé 2								

*Tabela 2*

3. A partir dos resultados registados na Tabela 2, constrói o respectivo gráfico.



4. Ao longo dos 12 minutos, a temperatura dentro de cada um dos gobelés aumentou ou diminuiu?

---



5. Se o traçado de um gráfico apresentar alguma inclinação significa que a temperatura está a variar rapidamente. Mas se, pelo contrário, a linha apresentar uma inclinação quase nula, então a variação da temperatura está a ocorrer lentamente. Partindo desta informação e tendo em conta o gráfico obtido nesta actividade, em qual dos gobelés (1 ou 2) se verificou um aumento mais rápido da temperatura?

\_\_\_\_\_

### **DISCUSSÃO EM GRUPO**

1. A partir dos resultados obtidos, que factores tiveram um efeito directo na rápida variação da temperatura dentro dos gobelés? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Estabelece a correspondência entre os elementos utilizados na experiência e o efeito de estufa que se observa no nosso planeta. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Que relação podemos estabelecer entre os resultados obtidos na experiência e o aumento dos gases de estufa na atmosfera? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Que relação poderá existir entre o aumento da quantidade de gases de estufa na atmosfera e o aquecimento global na Terra? E entre o aquecimento global na Terra e as alterações climáticas?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Compara os resultados obtidos com a tua previsão inicial.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Elege um porta-voz do teu grupo para apresentar as vossas conclusões à turma.**

## ACTIVIDADE EXPERIMENTAL N.º2

Nome dos elementos do grupo: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_ N.ºs: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### PARTE I

Lê com atenção o excerto da notícia e responde às questões.

#### **A Chuva Ácida**

***Uns provocam-na... Outros sofrem as consequências!***

*A chuva ácida tornou-se, nos últimos quarenta anos, outro dos maiores problemas ambientais, estando o efeito destas chuvas a fazer-se sentir por todo o Mundo, mesmo nas regiões menos industrializadas, pela acção da circulação geral da atmosfera que transfere o ar poluído para áreas distantes das da origem. A sua ocorrência, entre outros aspectos, está a prejudicar os monumentos feitos de calcário ou mármore.*

*Jornal do Agrupamento de Escolas de Arraiolos, Edição n.º1 (adaptado)*

1. Sublinha as palavras e/ou ideias que não conheces ou que te suscitam dúvidas.
2. Recorrendo a livros ou à internet procura obter mais informações sobre essas palavras e/ou ideias. Regista as informações que obtiveres.

3. A partir das informações fornecidas nesta notícia, que problema ambiental identificas?

4. Formula uma hipótese para o problema que enunciaste na questão anterior.

## PARTE II

### INTRODUÇÃO

Com a realização da actividade experimental seguidamente apresentada terás a oportunidade de verificar o efeito das chuvas ácidas sobre os monumentos, testando a hipótese colocada anteriormente.

### PROTOCOLO EXPERIMENTAL

#### Material por grupo

- Papel indicador de pH
- 1 suporte universal
- 2 gobelé de 500ml
- 1 gobelé de 20ml
- Vinagre
- 5 pedaços de calcário
- Água destilada

#### Procedimento

1. Numera os gobelés (1,2), utilizando uma caneta de acetato.
2. Coloca os dois gobelés, lado a lado, em cima de uma mesa, distando 10 cm um do outro. Com o auxílio de um lápis marca as suas posições na mesa.
3. Coloca 400 ml água destilada em cada um dos gobelés.
4. Adiciona 6 ml de vinagre ao gobelé 2.
5. Utilizando duas fitas de papel indicador de pH, regista, ao fim de um minuto, o valor de pH em cada um dos gobelés na Tabela 1.
6. Adiciona os 5 pedaços de calcário a cada um dos gobelés.
7. Recolhe os resultados do pH durante 10 minutos, registando-os, de 2 em 2 minutos, na Tabela 1.
8. Completa o último item da Tabela 1.
9. A partir dos resultados obtidos, constrói o respectivo gráfico.
10. Responde às restantes questões formuladas.

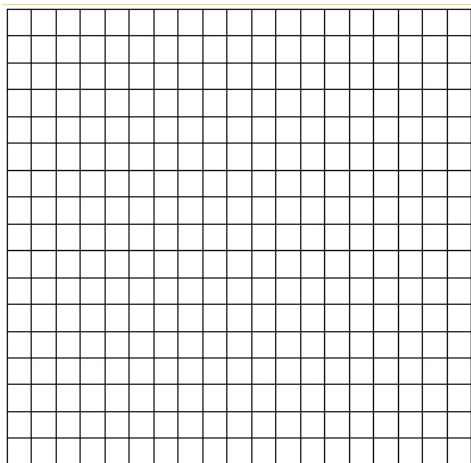
### REGISTO DAS OBSERVAÇÕES

1. Completa a Tabela 1.

Tempo decorrido	0 min. (1)	2 min.	4 min.	6 min.	8 min.	10 min.	Variação do pH (2-1)
pH no Gobelé 1							
pH no Gobelé 2							

Tabela 1

2. A partir dos resultados registados na Tabela 1, constrói o respectivo gráfico.



3. Ao longo dos 10 minutos, o pH dentro dos gobelés aumentou ou diminuiu? \_\_\_\_\_

4. Qual foi o efeito da acidez da água sobre a amostra de calcário? \_\_\_\_\_

### DISCUSSÃO EM GRUPO

1. Por que razão o traçado do gráfico referente ao gobelé 2 mudou após a introdução do calcário? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Se a recolha do pH continuasse durante mais 10 minutos, o que achas que aconteceria ao valor do pH da água? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Com base nos resultados obtidos, qual será o efeito das chuvas ácidas nos monumentos feitos de calcário? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Compara os resultados obtidos com a tua previsão inicial.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Nesta actividade tiveste a oportunidade de investigar o efeito das chuvas ácidas nos monumentos feitos de calcário ou mármore. Prevê agora que efeito tem as chuvas ácidas sobre a vegetação e sobre as cadeias alimentares. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Eslege um porta-voz do teu grupo para apresentar as vossas conclusões à turma.**



## **ANEXO 4**

### **Actividades Planificadas para o Grupo Experimental**



## ACTIVIDADE EXPERIMENTAL N.º1

Nome dos elementos do grupo: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_ N.º: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### PARTE I

Lê com atenção a notícia que se segue e responde às questões.

#### O efeito de estufa e a temperatura da Terra

Uma das maiores preocupações do mundo de hoje é o perigo do aquecimento global, tema recorrente na imprensa, rádio e televisão. Todos os países reconhecem que a acção do homem contra o ambiente se traduz no agravamento da saúde das próximas gerações e é de nefastas consequências sociais e económicas. Há gases naturais, como o dióxido de carbono e o vapor de água, que criam uma camada (espécie de telhado) na atmosfera, deixando o calor entrar e não o deixando sair. Estes gases, vulgarmente designados por gases de estufa, são responsáveis pelo efeito de estufa, um fenómeno natural que garante o aquecimento do planeta. Dentro dos seus limites naturais é um fenómeno benéfico e essencial para a existência temperaturas moderadas na Terra e consequentemente para a existência de vida. No entanto, o crescimento de riqueza, sobretudo a partir da Revolução Industrial, tem comprometido o equilíbrio natural do nosso planeta, estando-se a assistir a um aumento dos níveis dos gases de estufa na atmosfera (Figura 1). Este facto tem levado alguns cientistas a defender que este aumento pode ser um dos responsáveis pelas alterações que se estão a fazer sentir no nosso planeta.

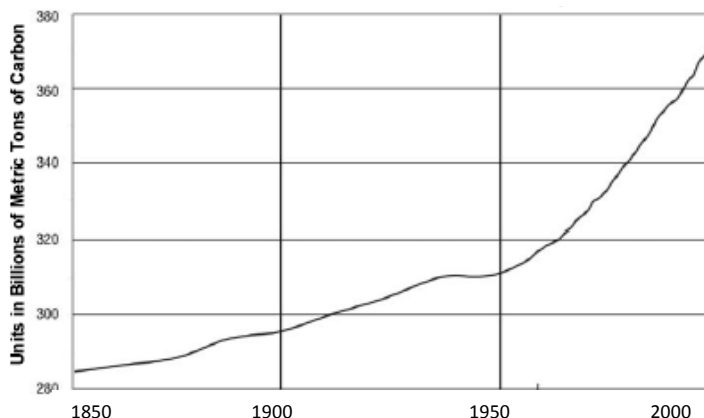


Figura 1. Quantidade de dióxido de carbono na atmosfera ao longo do tempo.

Jornal Expresso de 12.02.2008 (adaptado)

1. Sublinha as palavras e/ou ideias que não conheces ou que te suscitam dúvidas.
2. Recorrendo a livros e/ou à internet procura obter mais informações sobre essas palavras e/ou ideias. Regista as informações que obtiveres na folha branca que te foi distribuída.
3. A partir das informações fornecidas nesta notícia, que problema ambiental identificas?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



4. Formula uma hipótese para o problema que enunciaste na questão anterior.

## PARTE II

### INTRODUÇÃO

*Com a realização da actividade experimental seguidamente apresentada terás a oportunidade de simular o efeito de estufa e obter dados que te permitirão verificar se este fenómeno intervém ou não na variação da temperatura da superfície terrestre e consequentemente se pode ser um dos responsáveis pelo aquecimento global e pelas alterações climáticas, testando a hipótese colocada anteriormente. Para isso, irás utilizar Data-Loggers (Sistemas de Aquisição e Tratamento de Dados). Entre outros materiais, terás à disposição dois sensores de temperatura, uma interface (CBL2) e uma máquina calculadora gráfica (TI-73 Explorer).*

*Ao longo desta actividade experimental há três questões que te irão servir de fio condutor e às quais deverás conseguir dar resposta no final do mesmo: Que factores podem afectar a variação de temperatura dentro dos frascos? Que relação existe entre o aumento dos gases de estufa na atmosfera e a variação da temperatura na superfície terrestre? Qual a relação entre o aumento da quantidade de gases de estufa na atmosfera e o aquecimento global na Terra? E entre o aquecimento global na Terra e as alterações climáticas?*

### PROTOCOLO EXPERIMENTAL

#### Material por grupo

- 2 TI-84 Plus
- 2 TI CBL2™
- 2 sensores de temperatura
- 1 suportes universais
- 1 candeeiro
- 2 gobelés de 600ml
- Papel autocolante
- 1 lápis
- Caneta de acetato
- 2 rótulos
- Régua

#### Procedimento

Nota introdutória: Previamente foram rotulados (1, 2) os dois sensores de temperatura e foi estabelecida a sua ligação ao CBL2™ e a ligação deste último à máquina TI-84 Plus. Procedeu-se ainda à configuração da máquina calculadora gráfica TI-84 Plus.

1. Coloca os dois gobelés, lado a lado, em cima de uma mesa, distando 2 cm um do outro. Com o auxílio de um lápis marca as suas posições na mesa.
2. Centra o candeeiro entre os 2 frascos, assegurando que a lâmpada fica a uma distância deles de cerca de 10 cm.
3. Confirma que os gobelés se encontram devidamente limpos e secos e seguidamente numera-os (1,2), utilizando uma caneta de acetato.
4. Corta dois quadrados de papel autocolante de 15 cm x 15 cm.
5. Com o auxílio de um lápis bem afiado, faz um pequeno furo no centro de cada um dos quadrados previamente cortados.
6. Tapa cada um dos gobelés com um quadrado de papel autocolante.

7. Lentamente, faz deslizar o sensor de temperatura 1 através do orifício do gobelé 1 e o sensor de temperatura 2 pelo orifício do gobelé 2.
8. Utilizando, se necessário, 2 molas e os suportes universais, confirma que os sensores ficam posicionados no meio dos gobelés e assegura-te igualmente que estes estão afastados das paredes dos mesmos.
9. Liga o candeeiro.
10. Liga a máquina calculadora gráfica e segue os seguintes passos:
  - a. Clica em Window e seguidamente insere os seguintes dados: Xmin=0; Xmax=720; Xscl=120; Ymin=0; Ymax=40; Yscl=5; Xres=0.
  - b. Clica em APPS e utilizando as setas ↑ e ↓ selecciona o modo EasyData. Seguidamente clica em ENTER.
11. Regista na tabela 2 o valor da temperatura em cada gobelé.
12. Retira o sensor de temperatura do gobelé 1.
13. Inspira até encheres bem a caixa torácica. Seguidamente expira lentamente para dentro do gobelé 1 através do pequeno orifício aberto previamente.
14. Expira mais sete ou oito vezes através do orifício do gobelé 1.
15. Faz deslizar novamente o sensor de temperatura 1 através do orifício do gobelé 1 e recolhe os resultados da temperatura durante 12 minutos, registando os valores, de dois em dois minutos, na Tabela 2. Enquanto aguardas completa a Tabela 1.
16. Completa o último item da Tabela 2.
17. Ao fim de 12 minutos desliga o candeeiro e remove com cuidado os sensores de temperatura.
18. Clica em GRAPH e obterás o respectivo gráfico.
19. Com base nos resultados obtidos, responde às restantes questões formuladas.

## REGISTO DAS OBSERVAÇÕES

1. Assinala com uma cruz (X), na *Tabela 1*, as opções que considerares correctas relativamente aos factores envolvidos em cada um dos gobelés 1 e 2.

Factores	Gobelé 1	Gobelé 2
Coberto com película de papel autocolante		
Fonte de calor		
Adição de dióxido de Carbono		
Adição de vapor de água		

*Tabela 1*

2. Completa a *Tabela 2*.

Tempo decorrido	0 min. (1)	2 min.	4 min.	6 min.	8 min.	10 min.	12 min. (2)	Variação da temperatura (°C) (2-1)
Temperatura no Gobelé 1								
Temperatura no Gobelé 2								

*Tabela 2*

3. Ao longo dos 12 minutos, a temperatura dentro de cada um dos gobelés aumentou ou diminuiu?
-

4. Se o traçado de um gráfico apresentar alguma inclinação significa que a temperatura está a variar rapidamente. Mas se, pelo contrário, a linha apresentar uma inclinação quase nula, então a variação da temperatura está a ocorrer lentamente. Partindo desta informação e tendo em conta o gráfico obtido nesta actividade, em qual dos gobelés (1 ou 2) se verificou um aumento mais rápido da temperatura?

### DISCUSSÃO EM GRUPO

1. A partir dos resultados obtidos, que factores tiveram um efeito directo na rápida variação da temperatura dentro dos gobelés? \_\_\_\_\_

2. Estabelece a correspondência entre os elementos utilizados na experiência e o efeito de estufa que se observa no nosso planeta. \_\_\_\_\_

3. Que relação podemos estabelecer entre os resultados obtidos na experiência e o aumento dos gases de estufa na atmosfera? \_\_\_\_\_

4. Que relação poderá existir entre o aumento da quantidade de gases de estufa na atmosfera e o aquecimento global na Terra? E entre o aquecimento global na Terra e as alterações climáticas? \_\_\_\_\_

5. Compara os resultados obtidos com a tua previsão inicial.

**Elege um porta-voz do teu grupo para apresentar as vossas conclusões à turma.**

## ACTIVIDADE EXPERIMENTAL N.º2

Nome dos elementos do grupo: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_ N.ºs: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### PARTE I

Lê com atenção o excerto da notícia e responde às questões.

#### **A Chuva Ácida**

##### ***Uns provocam-na... Outros sofrem as consequências!***

*A chuva ácida tornou-se, nos últimos quarenta anos, outro dos maiores problemas ambientais, estando o efeito destas chuvas a fazer-se sentir por todo o Mundo, mesmo nas regiões menos industrializadas, pela acção da circulação geral da atmosfera que transfere o ar poluído para áreas distantes das da origem. A sua ocorrência, entre outros aspectos, está a prejudicar os monumentos feitos de calcário ou mármore.*

*Jornal do Agrupamento de Escolas de Arraiolos, Edição n.º1 (adaptado)*

1. Sublinha as palavras e/ou ideias que não conheces ou que te suscitam dúvidas.
2. Recorrendo a livros ou à internet procura obter mais informações sobre essas palavras e/ou ideias.  
Regista as informações que obtiveres.

3. A partir das informações fornecidas nesta notícia, que problema ambiental identificas?

\_\_\_\_\_

4. Formula uma hipótese para o problema que enunciaste na questão anterior.

\_\_\_\_\_

## PARTE II

### INTRODUÇÃO

Com a realização da actividade experimental seguidamente apresentada terá a oportunidade de verificar o efeito das chuvas ácidas sobre os monumentos, testando a hipótese colocada anteriormente.

### PROTOCOLO EXPERIMENTAL

#### Material por grupo

- 2 TI-84 Plus
- 2 TI CBL2<sup>TM</sup>
- 2 sensores de pH
- 1 suporte universal
- 2 gobelé de 500ml
- 1 gobelé de 20ml
- Vinagre
- 5 pedaços de calcário
- Água destilada

#### Procedimento

1. Rotula os dois sensores de pH (1,2) e liga cada um deles ao canal 1 dos CBL2. Seguidamente liga cada um dos CBL2 a uma máquina calculadora gráfica TI-84 Plus

Nota introdutória: Previamente procedeu-se à configuração da máquina calculadora gráfica TI-84 Plus.

2. Numera os gobelés (1,2), utilizando uma caneta de acetato.
3. Coloca os dois gobelés, lado a lado, em cima de uma mesa, distando 10 cm um do outro. Com o auxílio de um lápis marca as suas posições na mesa.
4. Coloca 400 ml água destilada em cada um dos gobelés.
5. Adiciona 6 ml de vinagre ao gobelé 2.
6. Liga a máquina calculadora gráfica e segue os seguintes passos:
  - a. Clica em APPS e utilizando as setas ↑ e ↓ selecciona EasyData. Seguidamente clica em ENTER.
  - b. Selecciona a opção SETUP e depois a opção TIME GRAPH.
  - c. Selecciona a opção EDIT.
  - d. Pressiona  $\boxed{1}\boxed{2}\boxed{0}$  e seguidamente NEXT.
  - e. Pressiona  $\boxed{5}$  e novamente ENTER. O CBL2 recolherá dados de 120 em 120 segundos, isto é, de 2 em 2 minutos durante 10 minutos. Pressiona NEXT e seguidamente OK.
7. Insere o sensor de pH 1 no gobelé 1 e o sensor de pH 2 no gobelé 2.
8. Utilizando um suporte universal e 2 molas, confirma que os sensores ficam posicionados no meio dos gobelés e assegura-te igualmente que estes estão afastados das paredes dos mesmos.
9. Quando o valor de pH tiver estabilizado em cada gobelé regista-os na Tabela 1.
10. Adiciona os 5 pedaços de calcário a cada um dos gobelés.
11. Selecciona a opção START em cada uma das máquinas.
12. Recolhe os resultados do pH durante 10 minutos, registando-os, de 2 em 2 minutos, na Tabela 1.

13. Completa o último item da Tabela 1.
14. Observa o gráfico final obtidos.
15. Ao fim de 10 minutos remove com cuidado os sensores de pH e passa-os por água destilada.
16. Clica em Main e depois em Quit, Ok e finalmente em 2nd + On.
17. Com base nos resultados obtidos, responde às restantes questões formuladas.

### REGISTO DAS OBSERVAÇÕES

1. Completa a *Tabela 1*.

Tempo decorrido	0 min. (1)	2 min.	4 min.	6 min.	8 min.	10 min.	Variação do pH (2-1)
pH no Gobelé 1							
pH no Gobelé 2							

*Tabela 1*

2. Ao longo dos 10 minutos, o pH dentro dos gobelés aumentou ou diminuiu? \_\_\_\_\_
3. Qual foi o efeito da acidez da água sobre a amostra de calcário? \_\_\_\_\_

### DISCUSSÃO EM GRUPO

1. Por que razão o traçado do gráfico referente ao gobelé 2 mudou após a introdução do calcário?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. Se a recolha do pH continuasse durante mais 10 minutos, o que achas que aconteceria ao valor do pH da água? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Com base nos resultados obtidos, qual será o efeito das chuvas ácidas nos monumentos feitos de calcário? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Compara os resultados obtidos com a tua previsão inicial.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. Nesta actividade tiveste a oportunidade de investigar o efeito das chuvas ácidas nos monumentos feitos de calcário ou mármore. Prevê agora que efeito tem as chuvas ácidas sobre a vegetação e sobre as cadeias alimentares. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Elege um porta-voz do teu grupo para apresentar as vossas conclusões à turma.**



## **ANEXO 5**

### **Questionário de Opinião Aplicado aos Alunos**





## QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO

Este questionário surge na sequência das duas actividades experimentais que realizaste nas aulas Ciências Naturais ao longo do 2º Período e tem como objectivo recolher dados sobre o teu grau de satisfação com a realização das mesmas e o grau de importância que lhes atribuíste.

Deves preenchê-lo individualmente e pretende-se que respondas com toda a sinceridade, não assumindo as questões qualquer carácter avaliativo. Toda a informação facultada será mantida anónima e confidencial.

### Dados Sócio-Demográficos

1. Turma: \_\_\_\_\_ 2. Idade: \_\_\_\_\_ anos 3. Sexo: Feminino ☐ Masculino ☐

### Actividades Experimentais

#### PARTE I – GRAU DE SATISFAÇÃO

*Assinala com uma cruz (X) opção de resposta que melhor reflecte a tua opinião.*

#### 1. As actividades experimentais realizadas foram:

<i>Nada interessantes</i>				<i>Muito Interessantes</i>
1	2	3	4	5

#### 2. As tarefas propostas nas actividades experimentais foram:

<i>Nada desafiantes</i>				<i>Muito desafiantes</i>
1	2	3	4	5

#### 3. Consideras que as actividades experimentais realizadas tiveram aspectos positivos?

Sim ☐ Não ☐

3.1. Se respondentes SIM, quais os aspectos que consideraste **mais positivos**?

- ☐ Permitirem saber mais sobre temas actuais, tais como o efeito de estufa e as chuvas ácidas;
- ☐ Permitirem aprender a trabalhar com materiais de laboratório;
- ☐ Possibilitarem uma melhor compreensão dos temas;
- ☐ Estimularem a discussão sobre o que fizemos durante as actividades;
- ☐ Permitirem adquirir novos conhecimentos no domínio das TIC;
- ☐ Encorajarem a aprender a realizar experiências científicas;
- ☐ Envolverem trabalho em grupo;
- ☐ Outros. Quais? \_\_\_\_\_

**4. Consideras que as actividades experimentais realizadas tiveram aspectos menos positivos?**

Sim ☐

Não ☐

4.1. Se respondeste SIM, quais os aspectos que consideraste **menos positivos**?

- ☐ Os temas foram pouco interessantes;
- ☐ Tive dificuldade em realizar as tarefas sem a ajuda permanente do professor;
- ☐ Tive dificuldade em compreender os temas abordados;
- ☐ Senti falta de tempo para a realização das tarefas;
- ☐ Senti dificuldades no manuseamento dos SATD;
- ☐ Ter sido obrigado(a) a trabalhar em grupo;
- ☐ Outros. Quais? \_\_\_\_\_

**5. Qual(ais) das actividades gostaste mais de realizar? Porquê?**

---

---

---

---

---

**6. Gostarias de realizar mais actividades experimentais deste tipo?**

Sim ☐

Não ☐

6.1. Porquê? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**PARTE II – IMPORTÂNCIA DAS ACTIVIDADES REALIZADAS**

*Assinala com uma cruz (X) a opção de resposta que melhor reflecte a tua opinião.*

**1. A realização das tarefas em grupo:**

- ☐ facilitou a tua aprendizagem;
- ☐ não facilitou nem prejudicou a tua aprendizagem;
- ☐ prejudicou a tua aprendizagem .

**2. As actividades experimentais realizadas contribuíram para desenvolveres as seguintes competências:**

Competências	Nada		Muito		
	1	2	3	4	5
Conhecer termos e conceitos.					
Compreender fenómenos ambientais.					
Interpretar informações expressas em notícias, imagens e gráficos.					
Analisar e discutir situações-problema.					
Formular hipóteses para a resolução de problemas.					
Manusear correctamente o material de laboratório.					
Executar correctamente um procedimento experimental.					
Interpretar resultados experimentais.					
Realizar inferências.					
Aplicar conhecimentos a novas situações.					
Melhorar a organização de ideias.					
Tornar-me mais responsável.					
Melhorar a minha autonomia na realização de tarefas.					
Cooperar com colegas, ouvindo e respeitando as suas opiniões.					

*Responde, de forma sucinta, às questões seguidamente apresentadas.*

**3. Dá a tua opinião sobre:**

3.1. a metodologia utilizada nessas aulas de Ciências Naturais.

---

---

---

---

3.2. o ambiente nas aulas.

---

---

---

---

3.3. o modo como decorreu o trabalho de grupo.

---

---

---

---

**Muito obrigado pela tua colaboração!**

## **ANEXOS**



**ANEXO 6**

**Notas de Campo**

**(Observadora Participante)**





## Notas de Campo

**Data:** 2009/01/28

**Hora:** 8h25 (1º Turno) e 9h10 (2º Turno)

**Turma:** A

**Autor:** Vanda Delgado

**Local:** Lab CN

### **Tarefa: Aplicação da Ficha de Diagnóstico**

Durante a aplicação da ficha de diagnóstico, os alunos revelaram dúvidas sobre o que era pretendido nas questões 2.3. e 2.5.2., que envolviam um grau de raciocínio superior e de maior complexidade.

No caso da questão 2.1., dois alunos referiram que a Europa de Leste e Europa Ocidental não são países, mas um conjunto de países. Face a essa constatação tiveram dúvida sobre se estas duas opções podiam ser contabilizadas ou não para a indicação dos 3 maiores países produtores de dióxido de carbono, ou se apenas as outras 5 opções (EUA, China, Japão, África do Sul e Índia) podiam ser enumerados.

A questão 6., que consistia na elaboração de um gráfico a partir dos dados apresentados numa tabela, revelou-se igualmente problemática. Os tipos de dificuldade apresentados pelos alunos foram semelhantes aos apresentados pela turma B: (i) identificação correcta do tipo de gráfico que deveria ser construído e que fosse adequado à situação e (ii) identificação correcta do eixo em que colocar o número de dias e do eixo onde colocar a altura da planta. Vários alunos trocaram os eixos.

Os alunos demoraram no máximo 30 minutos a realizar a ficha de diagnóstico.

**A professora investigadora**

**Vanda Delgado**

## Notas de Campo

**Data:** 2009/02/03

**Hora:** 8h25 (turma toda)

**Turma:** A

**Autor:** Vanda Delgado

**Local:** Biblioteca

### **Tarefa:** Parte 1 da Actividade do Efeito de Estufa

Durante esta aula, os alunos realizaram a parte 1 da actividade em 40 minutos, ultrapassando em 10 minutos o intervalo de tempo inicialmente estipulado por mim.

Nalguns grupos, um ou dois elementos de cada grupo leu/leram a notícia em voz alta para os restantes elementos, enquanto noutros cada um leu a notícia para si próprio. Seguidamente cada grupo sublinhou as palavras de que desconheciam o significado. Em todos os grupos foram sublinhadas as expressões “efeito de estufa” e revolução industrial” e em alguns foram também sublinhadas as palavras “nefastas” e aquecimento global”. Procuraram o seu significado na internet e livros e registaram-nos na folha branca distribuída a cada grupo.

Os alunos de todos os grupos revelaram dificuldades na formulação do problema, tendo sido necessário, tal como aconteceu na turma B, relembrar uma actividade realizada no ano lectivo anterior, na qual a partir da história de uma banda desenhada, foi solicitado aos alunos que formulassem o respectivo problema e hipótese. A partir dessa alusão, os alunos relembraram que um problema se formula sob a forma de uma pergunta/questão e que a hipótese constitui uma possível resposta para esse problema e conseguiram formular o problema e a hipótese pedidos nesta actividade.

**A professora investigadora**

**Vanda Delgado**

## Notas de Campo

**Data:** 2009/02/04

**Hora:** 8h25 (1ºTurno) e 9h10 (2ºTurno)

**Turma:** A

**Autor:** Vanda Delgado

**Local:** Lab CN

### **Tarefa: Parte 2 da Actividade do Efeito de Estufa**

A aula teve início com a recapitulação do problema e hipótese formulados na aula anterior. Seguidamente, cada grupo dirigiu-se para uma bancada, onde se encontrava todo o material necessário à realização da actividade experimental proposta na parte 2 da ficha do aluno, e seguiu, passo a passo, o procedimento apresentado. Os resultados obtidos foram registados nas tabelas apresentadas.

Verificou-se que a maior parte dos alunos não sabia ler a temperatura no termómetro, uma vez que estão habituados aos termómetros digitais. Assim, tive de ensinar a ler a temperatura neste tipo de termómetros tradicionais.

No 1º turno, ambos os grupos saltaram o passo de inspirar e expirar para dentro do gobelé, tendo sido necessária a minha intervenção e consequentemente a repetição de alguns procedimentos.

Enquanto esperavam, de 2 em 2 minutos, pelo valor da temperatura no interior dos gobelés, a tendência natural dos alunos foi falar de assuntos do dia-a-dia, em vez de falarem sobre a experiência que estavam a realizar. Após uma ou duas chamadas de atenção, a atitude da maior parte dos alunos modificou-se, passando a estar mais concentrados na actividade. Quando num grupo os resultados começaram a ser contrários aos esperados, os elementos autonomamente tentaram encontrar razões explicativas para o sucedido. Observaram que o orifício aberto no papel autocolante para fazer passar o termómetro tinha ficado um pouco grande demais, não vedando bem e que o papel autocolante estava a começar a descolar-se, fazendo com que ocorressem perdas de calor através dos bordos do gobelé.

Após obterem todos os resultados, os alunos reuniram-se em grupo, em torno de uma mesa, e começaram a tentar responder às questões apresentadas na secção “Discussão em Grupo”.

**A professora investigadora**

**Vanda Delgado**

## Notas de Campo

**Data:** 2009/02/10

**Hora:** 8h25 (turma toda)

**Turma:** A

**Autor:** Vanda Delgado

**Local:** Sala 11

### **Tarefa: Síntese final da Actividade do Efeito de Estufa**

Nesta aula, dei 20 minutos aos grupos para terminarem de responder às questões presentes na parte final da ficha de trabalho, mas três dos quatro grupos necessitaram de mais cinco minutos para concluírem a actividade. O grupo G3, enquanto esperou, elegeu o porta-voz e debateu mais um pouco os resultados e conclusões a que tinham chegado.

Os alunos desta turma trabalham de forma mais lenta, pelo que é sempre necessário estabelecer um determinado período de tempo para cada tarefa, pois caso contrário, se permitirmos, passam os 45 minutos com uma actividade que conseguem fazer num terço do tempo. São alunos que tendem a “arrastar” tudo o que é pedido, mas que impondo limites temporais cumprem de igual forma e alcançam resultados semelhantes aos atingidos pela turma B.

De acordo com a apresentação feita pelo porta-voz de cada grupo, a partir das respostas dadas às questões da ficha, pode concluir-se que os alunos compreenderam o fenómeno do efeito de estufa e a sua relação com a temperatura na superfície terrestre. Mesmo quando a hipótese formulada inicialmente não foi comprovada, conseguiram compreender a razão. Revelaram-se igualmente críticos face a resultados não esperados, tendo concluído que a temperatura no interior do gobelé tinha descido a partir de certa altura, devido a fugas através do orifício aberto no centro do papel autocolante e onde estava inserido o termómetro e/ou porque o papel autocolante não estava a vedar bem a abertura do gobelé.

Durante esta aula, houve um grupo que revelou dificuldade em compreender a questão 2 da discussão em grupo, não compreendendo o que era pedido. Outro grupo baralhou a camada de ozono com a atmosfera e alguns alunos ainda não conseguiram construir o gráfico correctamente, tendo necessitado da ajuda de colegas, bem como da minha ajuda.

Ao longo das três aulas de realização desta actividade, os alunos, na sua generalidade, mostraram-se interessados e motivados. Exceptuou-se o caso de um aluno que entrou em situação de abandono escolar e que não compareceu a nenhuma destas aulas.

**A professora investigadora**

**Vanda Delgado**

## Notas de Campo

**Data:** 2009/02/11

**Hora:** 8h25 (1ºTurno) e 9h10 (2ºTurno)

**Turma:** A

**Autor:** Vanda Delgado

**Local:** Biblioteca

### **Tarefa:** Parte 1 da Actividade da Chuva Ácida

Durante esta aula, os alunos realizaram a parte 1 da actividade durante 30 minutos, cumprindo a tarefa no intervalo de tempo inicialmente estipulado por mim.

No Turno 1, um elemento de cada grupo (G1 e G4) começou por ler a notícia em voz alta para os restantes elementos e cada um sublinhou posteriormente as palavras de que não sabiam o significado. No caso deste turno, os alunos de ambos os grupos desconheciam o que significava “chuva ácida” e já não se lembravam o que era o mármore e o calcário. Encontraram o significado num dos livros disponíveis na biblioteca da escola. O grupo G4 ainda revelou muitas dificuldades na formulação do problema.

No Turno 2, os elementos de cada grupo, rotativamente, leram em voz alta a notícia. Ambos os grupos (G2 e G3) sublinharam “chuva ácida” e foram procurar o seu significado, mas o grupo G3 sublinhou também “circulação geral da atmosfera”.

Na generalidade, os grupos já revelaram menos dificuldades em formular o problema e a hipótese.

**A professora investigadora**

**Vanda Delgado**

## Notas de Campo

**Data:** 2009/02/18

**Hora:** 8h25 (1ºTurno) e 9h10 (2ºTurno)

**Turma:** A

**Autor:** Vanda Delgado

**Local:** Lab CN

### **Tarefa:** Parte 2 da Actividade da Chuva Ácida

Os alunos realizaram a parte 2 da ficha de trabalho, tendo executado o procedimento experimental proposto praticamente sem dificuldades. Apenas surgiram dúvidas na forma de utilizar as fitas de papel indicador de pH e, no caso de um grupo, ocorreram dificuldades na identificação das cores. Os resultados obtidos foram registados na tabela apresentada.

Enquanto esperavam, de 2 em 2 minutos, pelo valor do pH no interior dos gobelés, umas vezes conversaram sobre os resultados obtidos, outras vezes falaram de assuntos do dia-a-dia em vez de discutirem ideias sobre a experiência que estavam a realizar.

Num dos grupos, os resultados começaram a ser contrários aos esperados, tendo os elementos dos grupo tentado encontrar razões explicativas para o sucedido.

**A professora investigadora**

**Vanda Delgado**

## Notas de Campo

**Data:** 2009/02/19

**Hora:** 8h25 (turma toda)

**Turma:** A

**Autor:** Vanda Delgado

**Local:** Sala 11

### **Tarefa:** Síntese da Actividade da Chuva Ácida

Nesta aula, os alunos reuniram-se em grupo e começaram a tentar responder às questões apresentadas na secção “Discussão em Grupo”. Foram inicialmente dados 20 minutos aos grupos para realizarem esta tarefa, mas dois dos grupos necessitaram de mais cinco minutos. Pontualmente, foram colocadas algumas dúvidas, mas na generalidade os alunos não revelaram dificuldades na resposta às questões apresentadas.

Seguidamente, o porta-voz de cada grupo apresentou as respostas a essas questões, podendo concluir-se que os alunos compreenderam o fenómeno da chuva ácida e o seu efeito nos monumentos feitos de calcário e mármore. Revelaram igualmente espírito crítico face a resultados não esperados.

Todos os grupos revelaram dificuldades na questão 1 da discussão em grupo. Quatro alunos ainda não conseguiram construir o gráfico correctamente, tendo necessitado da ajuda de colegas, bem como da minha ajuda.

Durante a realização desta actividade, os alunos, na sua generalidade, mostraram-se interessados e motivados.

**A professora investigadora**

**Vanda Delgado**

## Notas de Campo

**Data:** 2009/01/26

**Hora:** 10h15 (1º Turno) e 11h00 (2º Turno)

**Turma:** B

**Autor:** Vanda Delgado

**Local:** Lab CN

### **Tarefa: Aplicação da Ficha de Diagnóstico**

Durante a aplicação da ficha de diagnóstico, os alunos revelaram dúvidas sobre o que era pretendido nas questões 2.3. e 2.5.2., as quais envolviam comentar afirmações, descrever e relacionar dados e conceitos. Resumindo, os alunos revelaram dificuldades de compreensão nas questões que exigiam competências mais complexas ao nível do domínio do raciocínio.

A questão 6., que consistia na elaboração de um gráfico a partir dos dados apresentados numa tabela, revelou-se a mais problemática. Em primeiro lugar, vários alunos não conseguiram identificar correctamente o tipo de gráfico que deviam construir e que fosse adequado à situação. Em vez de um gráfico de pontos, desenharam gráficos de barras ou histogramas.

A propósito da construção do gráfico, foram igualmente diversos os alunos que tiveram dificuldade em identificar qual a variável independente e a variável dependente, trocando os eixos. Um aluno fez ainda o seguinte comentário a propósito desta tarefa: “Ó professora já não me lembro como se faz, porque agora estamos a dar outra matéria a Matemática. Isto dos gráficos já demos no período passado”. Outros foram os alunos que fizeram comentários semelhantes.

A ficha de diagnóstico demorou aproximadamente 25 minutos a ser realizada pelos alunos.

**A professora investigadora**

**Vanda Delgado**



## Notas de Campo

**Data:** 2009/01/29

**Hora:** 14h30 (turma toda)

**Turma:** B

**Autor:** Vanda Delgado

**Local:** Biblioteca

### **Tarefa:** Parte 1 da Actividade do Efeito de Estufa

Durante esta aula, os alunos realizaram a parte 1 da actividade em 35 minutos, ultrapassando em 5 minutos o intervalo de tempo estipulado inicialmente por mim.

Os elementos de cada grupo começaram por ler a notícia e sublinhar as palavras de que desconheciam o significado. Em todos os grupos foi sublinhada a expressão “Efeito de Estufa” e em alguns grupos também a expressão “Revolução Industrial”. Procuram o seu significado na internet em sites diversos, entre os quais o site da Wikipédia e registaram-nos na folha branca distribuída a cada grupo.

Os alunos de todos os grupos revelaram dificuldades na formulação do problema, tendo sido necessário, relembrar uma actividade realizada no ano lectivo anterior, na qual a partir da história de uma banda desenhada, era solicitado aos alunos que formulassem o respectivo problema e hipótese. A partir dessa alusão, os alunos relembraram que um problema se formula sob a forma de uma pergunta/questão e que a hipótese constitui uma possível resposta para esse problema e conseguiram formular o problema e a hipótese pedidos nesta actividade.

**A professora investigadora**

**Vanda Delgado**

## Notas de Campo

**Data:** 2009/02/02

**Hora:** 10h15 (1º Turno) e 11h00 (2º Turno)

**Turma:** B

**Autor:** Vanda Delgado

**Local:** Lab CN

### **Tarefa:** Parte 2 da Actividade do Efeito de Estufa

Cada grupo, utilizando o material colocado em cima da sua bancada, realizou o protocolo experimental, seguindo cuidadosamente os passos indicados. Os alunos manifestaram apenas dúvidas pontuais relativamente ao manuseamento das máquinas calculadoras gráficas e dos sensores, apesar de estarem a usar este tipo de equipamento pela primeira vez.

Enquanto esperavam, de 2 em 2 minutos, pelo valor da temperatura no interior dos gobelés, a tendência natural dos alunos de dois grupos foi, tal como no caso da Turma A, falar de assuntos do dia-a-dia em vez da experiência que estavam a realizar. Após chamada de atenção, a atitude da maioria desses alunos modificou-se, passando a estar mais concentrados na actividade.

Num dos grupos os resultados obtidos não foram os esperados. Quando questionados sobre possíveis explicações para o sucedido, os alunos conseguiram justificar os seus resultados de forma clara e bem fundamentada.

Após obterem todos os resultados, os alunos reuniram-se em grupo e começaram a tentar responder às questões apresentadas na secção “Discussão em Grupo”.

**A professora investigadora**

**Vanda Delgado**

## Notas de Campo

**Data:** 2009/02/05

**Hora:** 12h40 e 14h30 (turma dividida)

**Turma:** B

**Autor:** Vanda Delgado

**Local:** Sala 12

### **Tarefa: Síntese da Actividade do Efeito de Estufa + Parte 1 da Actividade da Chuva Ácida**

Na véspera faleceu o irmão de um aluno da escola e alguns dos alunos desta turma vieram pedir para que excepcionalmente lhes desse a eles a aula de Ciências numa das suas horas de almoço, de modo a puderem ir ao funeral. Acedi ao pedido, mas esta situação implicou que os grupos fossem reajustados em função dos alunos que comparecerem em cada um dos tempos lectivos.

Em cada uma das aulas dei 15 minutos aos grupos para terminarem de responder às questões presentes na parte final da ficha de trabalho, mas dois dos quatro grupos necessitaram de mais cinco minutos para concluírem a actividade. Os grupos 2 e 4 manifestaram algumas dificuldades na interpretação das questões, resultantes das suas dificuldades a Língua Portuguesa, embora tivessem compreendido a experiência realizada e conseguido explicar a relação entre o efeito de estufa e a temperatura na Terra.

Seguidamente, o porta-voz de cada grupo, apresentou as respostas às questões da ficha, podendo concluir-se que a actividade realizada contribuiu para a compreensão do fenómeno do efeito de estufa e da sua relação com a temperatura na superfície terrestre.

Durante a aula, os alunos debateram as respostas às questões. No entanto, houve alguns alunos que nunca participaram nas discussões. Salienta-se ainda que em alguns momentos, os alunos dispersaram, conversando sobre assuntos que nada tinham a ver com a actividade, tendo sido necessário chamá-los à atenção.

Ainda durante esta aula foi distribuída uma nova ficha de trabalho, relativa a uma actividade sobre a chuva ácida. Os alunos, em grupo, leram a notícia apresentada e sublinharam as palavras que não conheciam ou não conseguiam explicar bem o seu significado. Em todos os grupos apenas foi sublinhado “Chuva Ácida”.

**A professora investigadora**

**Vanda Delgado**

## Notas de Campo

**Data:** 2009/02/09

**Hora:** 10h15 (1ºTurno) e 11h00 (2ºTurno)

**Turma:** B

**Autor:** Vanda Delgado

**Local:** Lab CN

### **Tarefa:** Conclusão da Parte 1 + Realização da Parte 2 da Actividade da Chuva Ácida

Alguns alunos ainda foram procurar mais informações sobre chuva ácida, enquanto outros grupos passaram para a formulação do problema e da hipótese, uma vez que na aula anterior tinham tido tempo para pesquisar o que necessitavam saber. Na generalidade, os grupos revelaram um pouco menos dificuldades na identificação do problema e na formulação da hipótese.

Seguidamente, os alunos realizaram a parte 2 da ficha de trabalho, tendo executado o procedimento experimental proposto sem dificuldades.

Tal como na Turma A, enquanto esperavam, de 2 em 2 minutos, pelo valor do pH no interior dos gobelés, umas vezes conversaram sobre os resultados obtidos, enquanto outras vezes falaram de assuntos do dia-a-dia em vez da experiência que estavam a realizar.

**A professora investigadora**

**Vanda Delgado**

## Notas de Campo

**Data:** 2009/02/12

**Hora:** 14h30 (turma toda)

**Turma:** B

**Autor:** Vanda Delgado

**Local:** Sala 12

### **Tarefa:** Síntese Final da Actividade da Chuva Ácida

Os alunos juntaram-se em grupo e tentaram responder às questões apresentadas na secção “Discussão em Grupo”. Inicialmente estipulei 20 minutos para realizarem a tarefa, mas dois dos grupos necessitaram de mais dez minutos.

Durante a discussão das questões, apenas foram colocadas algumas dúvidas. Na generalidade, os alunos não revelaram dificuldades na resposta às questões apresentadas.

Seguidamente, em cada turno, o porta-voz de cada grupo apresentou as respostas a essas questões, podendo concluir-se que os alunos compreenderam o fenómeno da chuva ácida e o seu efeito nos monumentos feitos de calcário e mármore.

Durante a realização desta actividade, os alunos, na sua generalidade, mostraram-se interessados, curiosos, motivados e bastante empenhados.

**A professora investigadora**

**Vanda Delgado**



## **ANEXO 7**

### **Notas de Campo**

**(Observadora não Participante)**

## Notas de Campo

(Realizadas às aulas do grupo experimental e grupo controlo sobre o efeito de estufa – 1ª actividade)

**Data:** 2009/01/29

**Duração:** 45 minutos (turma toda)

**Turma:** GE

**Autor:** Isabel Chagas

**Local:** Biblioteca

**Condições de observação:** Como os 4 grupos se encontravam consideravelmente afastados, P1 centrou a sua atenção em 2 grupos que estavam relativamente próximo. Procedeu ao registo de 2 em 2 minutos, alternando de um grupo para outro.

Siglas utilizadas: PI – professora investigadora; P1 – observadora não participante.

À medida que os alunos chegam, a PI indica em que grupo estão designados, explica que precisam de levar para as mesas de trabalho apenas um lápis e uma borracha, deixando casacos e pastas à entrada da biblioteca. Pergunta pelo documento assinado pelo encarregado de educação de permissão à presença de um observador externo à escola (alguns alunos ainda se esqueceram). Explica que se vai realizar uma actividade relacionada com o Efeito de Estufa e que nesta aula apenas vão resolver a primeira parte da ficha. Indica, passo a passo, as regras de realização e esclarece que dispõem dos recursos da biblioteca: livros e Internet.

### Grupo A

Lêem o texto em silêncio individualmente.

- Então vamos analisar o gráfico - diz uma aluna.

Os restantes mantêm-se em silêncio, olham uns para os outros, olham para a ficha, não falam.

- A [taxa] de CO<sub>2</sub> ao longo do tempo – diz um.

Continuam a ler.

- “Isto é fácil!” comenta um.

Alguns apontam nefastas como palavra de que não sabem o significado, assim como revolução industrial. Confirmam entre si que são estes os termos que precisam de ser esclarecidos.

- Vamos distribuir tarefas.

PI aproxima-se e procura saber como é que o trabalho está a correr e pergunta: “O que é o efeito de estufa?”

Alguns levantam-se e vão consultar o dicionário, outros (2) dirigem-se para os computadores, procuram imediatamente a wikipedia. Reúnem-se após terem conseguido resposta (praticamente ao mesmo tempo).

(membros de um dos outros 2 grupos estão também a consultar o computador, igualmente a wikipédia)

Escrevem na ficha.

PI está junto do grupo, pergunta: Como é que se formula um problema? O que é um problema?

- Uma coisa que aconteceu, diz um.

- Uma coisa que a gente tem de saber a resposta, diz outro.

PI: Agora é uma hipótese?

- Uma hipótese é um tipo de solução.

PI deixa o grupo, os alunos conversam entre si sobre o assunto, referindo diversas razões que podem estar na base ...



## Grupo B

Lêem o texto em silêncio individualmente.

- O que é nefasto? Pergunta alguém, enquanto os outros continuam a ler em silêncio.

Decidem que é a única palavra que não sabem o significado.

Depois de consultar o dicionário reparam que há outra palavra em que têm dúvidas ... trocam impressões, falando baixo, mal se ouvem.

Um dos alunos vai lendo alto o texto da ficha, os outros permanecem calados e vão lendo. De vez em quando alguém diz algo em voz alta: “quando o emitido do Sol é todo retido na atmosfera” ... “alguns raios” ... “não contém tudo”

Conversam, há dois pontos de vista, vão ver. Separam-se: alguns permanecem na mesa, outros saem e dirigem-se às estantes, a um dos computadores.

PI : Como é que se formula um problema?

Um aluno mostra dificuldades em responder.

-É uma pergunta, diz alguém.

PI dá indicações, pergunta: qual o problema que aqui está? Vocês é que têm de descobrir.

Quando PI deixa o grupo ficam em silêncio a ler a ficha.

- O que temos de fazer ... uma pergunta

- Estão a enunciar várias possibilidades?

- O que é que está a afectar o ambiente? Sugere alguém.

Decidem ler o texto, individualmente, em silêncio.

- Já sei!

- Quais são as consequências ...

- O que acontecerá na próxima geração ...

Olham para mim como que a pedir ajuda. Disse-lhe para escreverem as diferentes perguntas que têm vindo a enunciar.

- Quais são as consequências? Pergunta alguém.

- Há alguma orientação... no texto há algo que diz o que os cientistas não sabem.

- Está aqui a dizer o que os cientistas ... cala-se, continua a ler

- O problema ambiental ...cala-se, continua a ler ... perceberam? Pergunta aos restantes membros do grupo.

- Vocês não sabem a resposta.

- Sim, sabemos ... o problema é algo para o qual não se tem resposta ...

- O que pode acontecer

- Não sabes?

- Um aluno vai ditando aos colegas do grupo. É sempre o mesmo que dita. Escrevem o problema.

- Uma hipótese é uma possível resposta

Cada um vai dando a sua opinião.

Ambos os grupos concluem o preenchimento da primeira parte da ficha. Os restantes grupos também.

Comentários de P1:

- dos três computadores em uso todos têm aberto a wikipédia (fonte de informação comumente utilizada?)

- há alguma desorganização quanto à distribuição de tarefas no grupo – será de nomear um “gestor” do grupo?

- os alunos parecem habituados a este tipo de actividades, estão calmos e sossegados. De uma maneira geral falam pouco.

## Notas de Campo

(Realizadas às aulas do grupo experimental e grupo controlo sobre o efeito de estufa – 1ª actividade)

**Data:** 2009/02/02

**Duração:** 45 minutos

**Turma:** GE (turno 1)

**Autor:** Sala de aula regular

**Local:** Biblioteca

**Condições de observação:** Como os dois grupos estão em duas bancadas afastadas uma da outra P1 observa apenas um dos grupos. Procedeu ao registo de 2 em 2 minutos.

Síglas utilizadas: PI – professora investigadora; P1 – observadora não participante.

Alunos chegaram cerca de 10 minutos atrasados, explicam a PI, parece ter havido algo de excepcional na escola.

PI esclarece o que se vai fazer: realização da parte II da ficha, “teste da hipótese, para ver se a resposta está certa”

Um aluno lê o texto ... vão ler a ficha diz PI ...têm de fazer exactamente o que vos foi pedido.

No grupo:

- Está ao contrário [a régua]

- Tanto faz ...

Um lê o protocolo.

Registam a distância a que ficou a lâmpada – 22cm

Demoram a cortar o quadrado (podia já estar pronto)

Têm uma dificuldade: como colocar os sensores ao meio?

Seguem as instruções para pôr a funcionar o dispositivo

PI aproxima-se, observa o que se passa, “vocês têm de ler o que lá está”

Com os fios dos sensores tentam fixá-los com a ajuda da professora

Registam os dados

PI: Todos têm de estar com os dados todos

PI: O que significa encher [...] caixa torácica?

Alunos fazem os gestos

PI: Acham que tenho de ser eu que tenho de fazer isto?

- Clicar em start. Onde está a dizer start? Pergunta alguém

Observa o gráfico que vai aparecendo (não comenta com os colegas)

O dispositivo regista de 2 em 2 minutos

Vão vendo e vão completando a tabela na ficha (não comentam, não falam sobre o que estão a fazer)

- Agora vamos completar a tabela 2.

- Ah pois o vapor de água também sai com a expiração

Um dos alunos do grupo não manipula nunca o dispositivo, mas vai seguindo o que os colegas vão fazendo.

(Entretanto no outro grupo houve um problema com o dispositivo que deixou de registar os dados de um dos sensores)

Os alunos não se interrogam sobre o que está a acontecer. Conversam de outras coisas enquanto esperam pelos valores indicados pela calculadora.

- Quais são as unidades aqui? Quer dizer do que estamos a tratar ...

Aluna lê as questões ... “Em que gobelé se verificou” ...

- No 1

- Porquê? (pergunta a aluna que está a ler)

- Porque sim responde um colega

Toque para a saída. PI adverte que “em casa pensam e escrevem, na próxima aula, nos primeiros 10 minutos começam com uma discussão”.

No outro grupo já tinham iniciado a discussão.

## Notas de Campo

(Realizadas às aulas do grupo experimental e grupo controlo sobre o efeito de estufa – 1ª actividade)

**Data:** 2009/02/02

**Duração:** 45 minutos

**Turma:** GE (turno 2)

**Autor:** Sala de aula regular

**Local:** Biblioteca

**Condições de observação:** Como os dois grupos estão em duas bancadas afastadas uma da outra P1 observa apenas um dos grupos. Procedeu ao registo de 2 em 2 minutos.

Siglas utilizadas: PI – professora investigadora; P1 – observadora não participante.

PI relembra que o objectivo é “ver se a hipótese está certa ou não”.

Neste turno não houve a leitura por um dos alunos da 2ª parte do texto, começam imediatamente a trabalhar na respectiva bancada.

- Professora como é que sabemos o centro [do quadrado]?

- Elas não me deixam fazer isto queixa-se um dos rapazes [tal como no grupo anterior, as 2 raparigas do grupo “apossam-se” do dispositivo]

- Professora o que é que eu faço? Pergunta um dos rapazes [Afonso]

Vão seguindo as instruções e montando o dispositivo experimental, participam todos. A professora tem, tal como no grupo anterior, de orientar o ponto II.

- ... e vapor de água também

- ... mas não fizemos vapor de água.

- Ah não?

Vão anotando os dados

PI: Ah! Então, porque não vão discutindo?

- O CO<sub>2</sub> é mais aquecível ... aquece mais as partículas

PI: A lanterna não está no meio, o outro já está a diminuir [parece que a temperatura na sala baixou tive (P1) de pôr o casaco]

- Porque é que naquele está a aquecer mais? Pergunta alguém.

- O gás não consegue sair do gobelé.

PI faz uma série de questões relacionadas como que o que está a acontecer, é principalmente o Afonso que está a responder.

Discutem o dispositivo experimental – “porque é que os dados não estão a ser como é que nós esperávamos?”

Conversam de outras coisas enquanto esperam pelos valores na calculadora.

Lêem a pergunta 4.

- No 1, diz o Afonso e depois explica aos colegas porquê tendo por base os valores obtidos.

Sentam-se em grupo no centro da sala.

Aluna lê a pergunta (há uma que não tem lápis)

... CO<sub>2</sub>; vapor de água, vão dizendo, e ...fonte

Afonso lê pergunta 2 ... acompanha. aquele papel autocolante é ...

- Ah! Eu não estou a perceber nada, diz uma aluna.

- É a atmosfera, diz um aluno, porque não deixa sair.

- Então, diz o Afonso e escreve papel autocolante e põe 1. Se tinha atmosfera ... os outros confirmam: é a atmosfera.

- Depois temos a fonte de luz que é o Sol, diz uma aluna.

- Fonte de calor, emenda alguém.

- O gobelé o que é? ... pode ser a Terra ... e o dióxido ...

Toque de saída. Um dos grupo continua a trabalhar – “já vou, falta muito pouco”

- de carbono, o que é? Pergunta o Afonso.

- os gases de estufa, diz um colega.



## **ANEXO 8**

### **Transcrições dos Registos Áudio das Aulas Gravadas**





## Transcrição dos Registos Áudio das Aulas Gravadas

**Data:** 2009/02/03

**Hora:** 8h25 (turma toda)

**Turma:** A

**Autor:** Vanda Delgado

**Local:** Biblioteca

### **Tarefa: Parte 1 da Actividade do Efeito de Estufa**

#### **Grupo 1 (Alunos 4, 6, 7, 8, 11 e 12)**

(Leitura, em voz alta, da notícia, por um dos elementos do grupo e identificação das palavras que desconheciam.)

Aluno 6: Não conheço Revolução industrial.

Aluno 12: Nefastas.

Aluno 6: Vamos buscar um dicionário. Vamos começar por qual?

Aluno 8: Nefastas.

Aluno 12: Quer dizer mau, prejudicial.

Professora: E efeito de estufa, sabem o que é?

Aluno 6: Não.

Professora: Então vão ter de ir procurar.

Aluno 6: À internet?

Professora: É uma hipótese. Mas como estamos na biblioteca também podem consultar livros.

(Os alunos foram para os computadores procurar os significados de revolução industrial e efeito de estufa e transcreveram o que encontraram para a folha distribuída.)

Aluno 8: Já está. Vamos passar à etapa seguinte.

Professora: Como é que se formula um problema? Sob a forma de uma..

Aluno 6: Pergunta.

Professora: Muito bem, então vão voltar a ler muito bem o texto e tentar identificar qual é o problema que nós aqui temos, formulando-o sob a forma de uma pergunta.

Aluno 6: O problema ambiental é a destruição da camada de ozono, deixando passar os raios UV.

Aluno 8: Podemos acrescentar que vai prejudicar a saúde da vida humana.

Professora: Está sob a forma de uma pergunta?

Aluno 11: Não.

Professora: O texto fala sobre a camada de ozono?

Aluno 12: Não, fala sobre o efeito de estufa.

Professora: Leiam novamente o texto.

(Os alunos leram novamente o texto)

Professora: O que é que eles ainda não sabem? O vosso problema é sempre o mesmo: Português - a interpretação. Do que é que os cientistas ainda não têm a certeza?

Aluno 12: O aumento dos gases de estufa na atmosfera.

Aluno 12: Uma hipótese para o problema é: diminuir a construção de fábricas.

Professora: O problema ainda não está sob a forma de uma pergunta.

Em conjunto: O aumento dos gases de estufa na atmosfera é responsável pelas alterações que se estão a fazer sentir no nosso planeta?

Professora: Certo, então agora falta a hipótese. Açam que será o responsável ou não?

Aluno 8: Acho que sim.

Professora: Então ponham que sim e depois logo vêem se será ou não.

## **Grupo 2 (Alunos 13, 17, 18, 19, 21 e 24)**

Aluno 13: Sabes o que é efeito de estufa?

Aluno 21: São gases retidos na atmosfera.

Aluno 13: Isso é pouco! Vamos procurar mais informações.

(Os alunos foram para a Internet.)

Aluno 21: Vou ler! Os raios de Sol que chegam à superfície do planeta batem no solo e são devolvidos ao Espaço sob a forma de radiações infra-vermelhas. Algumas moléculas da atmosfera absorvem esta radiação e aquecem. A atmosfera é uma cobertura que impede a perda de calor. Isto é, o que se conhece como efeito de estufa é um fenómeno natural sem o qual não existiria vida, pois as temperaturas seriam demasiado baixas para os seres vivos. O problema surge quando o Homem, com as suas emissões de dióxido de carbono e outros componentes (metano, vapor de água, óxidos de azoto, etc), altera o equilíbrio e faz com que aumente demasiado este efeito de estufa e a temperatura na atmosfera suba de maneira exagerada.

Aluno 19: Nefasta – de mau agouro, funesta, prejudicial.

Professora: Do que recolheram, afinal o que é o efeito de estufa?

Aluno 17: A temperatura sobe devido a haver muitos gases na atmosfera.

Professora: Então e mais?

Aluno 17: Os raios solares quando entram já não conseguem sair.

Professora: Todos, uma parte, como é que é?

Aluno 13: Uma parte.

Professora: Vão então reler o texto e responder às questões 3 e 4. A questão 3 pede: Que problema ambiental identificas? Como é que se formula um problema? No ano passado, quando demos aquela banda desenhada, como é que vos ensinei a formular um problema?

Aluno 21: É uma pergunta.

Professora: Então têm de o formular sob a forma de uma pergunta.

Aluno 13: O problema ambiental que identifiquei é: Por que é que só alguns gases conseguem sair da atmosfera?

Professora: Este não pode ser o problema, porque já se sabe a resposta para isto. O que é que os cientistas não sabem? De que é que eles não têm a certeza? Leiam novamente o texto. O vosso problema grave é a interpretação de textos.

Aluno 18: Está no final do texto.

Aluno 17: Eles não sabem se o efeito de estufa é responsável pelas alterações do clima.

Aluno 21: Será que o efeito de estufa é responsável pelas alterações climáticas que estão a ocorrer no nosso planeta?

Aluno 21: Formula uma hipótese para o problema que identificaste na questão anterior.

Aluno 13: A hipótese é a resposta.

Professora: Aqui como é que estamos?

Aluno 19: Falta a 4.

Professora: O que é uma hipótese?

Aluno 21: Uma resposta possível.

Professora: Se a hipótese é uma possível resposta, então tentem dar uma resposta para a vossa pergunta. Qual era a vossa pergunta?

Aluno 21: Será que o efeito de estufa é responsável pelas alterações climáticas que estão a ocorrer no nosso planeta?

Professora: O que é que vocês acham?

Aluno 17: Acho que sim.

Professora: Então é isso que têm de escrever.

Aluno 17: É preciso dizer porquê?

Professora: Sim.

Aluno 13: Sim, porque o abuso de dióxido de carbono no planeta afecta as temperaturas.

(O aluno 24 faltou)

### **Grupo 3 (Alunos 14, 15, 16, 20, 22 e 23)**

(Leitura, em voz alta, da notícia, por dois dos elementos do grupo e identificação das palavras que desconheciam.)

Aluno 23: Não sei o que é nefastas.

Aluno 20: Eu também não.

Aluno 23: Também não sei bem o que é efeito de estufa e aquecimento global.

Professora: Já cumpriram isto?

Aluno 23: Sim.

Professora: E já foram procurar?

Aluno 16: Não.

Professora: Então é isso que têm que fazer antes de mais.

Aluno 23: Aqui (no dicionário) está escrito nefasto.

Aluno 16: De mau agouro, prejudicial.

Aluno 16: Nefastas consequências – prejudiciais consequências, que é mau.

Professora: E efeito de estufa, sabem o que é? Quem me explica o que é o efeito de estufa?

Aluno 15: É como numa estufa. Os gases entram e depois já não saem.

Professora: Eu preciso que vocês saibam o significado de tudo o que aí está. Se não sabem têm de ir à procura.

(Os alunos foram procurar.)

Passados alguns minutos:

Professora: O que é que vos falta?

Aluno 23: Efeito de Estufa, mas já temos um livro.

Aluno 22: Também temos de procurar revolução industrial.

Aluno 23: E aquecimento global, toda a gente sabe o que é?

Todos: Sim.

Aluno 16: Vou ver se encontro Revolução Industrial.

(Copiaram as definições encontradas em livros e na internet para a folha branca que tinha sido distribuída.)

Aluno 23: Olhem eu vou pôr assim: O problema é: Será que o efeito de estufa que provoca o aumento da temperatura na Terra pode ser um dos responsáveis pelas alterações no planeta?

Aluno 16: Na hipótese escrevemos que sim, que achamos que sim.

### **Grupo 4 (Alunos 1, 2, 3, 5, 9 e 10)**

Os alunos falaram demasiado baixo e não se conseguiu perceber o que discutiram.

## Transcrição dos Registos Áudio das Aulas Gravadas

**Data:** 2009/02/04

**Hora:** 8h25 (1ºTurno) e 9h10 (2ºTurno)

**Turma:** A

**Autor:** Vanda Delgado

**Local:** Lab CN

### **Tarefa: Parte 2 da Actividade do Efeito de Estufa**

#### **Grupo 1 (Alunos 4, 6, 7, 8, 11 e 12)**

De forma muito organizada e rotativa, cumpriram, passo a passo, as instruções do protocolo experimental. Leram cada uma das etapas e executaram-na. Discutiram a melhor forma de fazer o furo no meio do papel autocolante e como proceder para achar o ponto médio do quadro de papel fornecido. Neste ponto, a professora apenas indicou para abrirem um pouco mais o orifício aberto, de forma que o termómetro conseguisse passar através dele.

Quando chegaram à parte de medir a temperatura com o termómetro necessitaram da ajuda da professora, uma vez que nunca o tinham feito com um termómetro não digital.

Professora: Sabem ver a temperatura num termómetro?

Todos: Mais ou menos.

Professora: O que é que é mais ou menos? Nunca mediram a vossa temperatura?

Aluno 12: Sim, mas com um termómetro digital.

Professora: Estão a ver uma tirinha a meio cinzenta que sobe?

Todos: Sim.

Professora: Neste caso aqui, quantos graus estão? Têm de ver até onde vai o tracinho.

Aluno 4: Estão 17°C.

Professora: Sim, está certo. Está percebido como se vê?

Todos: Sim.

(Seguidamente, continuaram os procedimentos e registaram na Tabela 2 os valores que foram obtendo.

Trocando opiniões completaram correctamente a Tabela 1.)

A certa altura a professora chamou à atenção para o seguinte:

Professora: Qual é a unidade da temperatura?

Todos: °C

Professora: Então têm de colocar a unidade à frente de cada valor.

As temperaturas foram medidas correctamente, não tendo os alunos revelado dificuldades na leitura dos termómetros. Após a conclusão do procedimento experimental, a professora foi junto do grupo e disse:

Professora: Agora vão-se sentar aí em grupo e vão fazer esta parte (responder às questões).

Os alunos conseguiram construir o gráfico correctamente sem ajuda, embora um dos elementos fosse ajudado pelos restantes, porque tinha trocado os eixos. Ocorreu ainda a dúvida de como marcar o primeiro ponto (A (0,20)) e como distinguir os pontos relativos ao Gobelé 1 e Gobelé 2. A este propósito a professora disse:

Professora: Ponham com cores diferentes ou símbolos diferentes.

Aluno 7: Vamos usar símbolos diferentes- Gobelé 1 – uma bola e Gobelé 2- um X.

### **Grupo 2 (Alunos 13, 17, 18, 19, 21 e 24)**

Igualmente de forma muito organizada e rotativa, cumpriram, passo a passo, as instruções do protocolo experimental. Leram cada uma das etapas e executaram-na. Foram comentando os resultados obtidos e neste grupo todos sabiam ler a temperatura nos termómetros. A propósito do manuseamento deste equipamento, apenas foi feita a seguinte advertência:

Professora: A leitura do termómetro tem de ser feita ao nível dos olhos. Por isso, baixem-se para ficarem à altura a que está o termómetro.

Perto do final da aula:

Professora: Já calcularam a diferença em cada gobelé?

Aluno 19: Não.

Professora: Então vamos lá.

(Os alunos calcularam a diferença, completaram a Tabela 1 e começaram a tentar responder às questões presentes na ficha.)

(O aluno 24 faltou.)

### **Grupo 3 (Alunos 14, 15, 16, 20, 22 e 23)**

(Pelo decorrer da gravação áudio, verificou-se que os alunos realizaram a actividade experimental relacionada com o efeito de estufa cuidadosamente e que cumpriram sem dificuldades quase todas as etapas indicadas no procedimento experimental.)

Verificou-se que alguns destes alunos não sabiam medir com um termómetro não digital, pelo que foram ensinados a medir com ele. Durante a realização da actividade, um aluno colocou a seguinte questão:

Aluno 16: É possível a temperatura diminuir dos 2 para os 4 minutos?

Professora: Não sei. Vocês é que vão ter que, agora com os valores, ver e tentar explicar os resultados obtidos. Se estiverem a obter valores que não estão à espera, vão ter que tentar explicar e encontrar uma razão para isso estar a acontecer. Vocês têm de ser críticos perante os vossos resultados. Pensem se aquilo que estão a obter está de acordo com aquilo que vocês pensavam. Se estiver, então o que é que isso mostra; se não estiver, tentarem perceber o que estará a acontecer para não estar a dar aquilo de que vocês estavam à espera.

### **Grupo 4 (Alunos 1, 2, 3, 5, 9 e 10)**

(Os alunos realizaram a actividade experimental relacionada com o efeito de estufa, seguindo cuidadosamente e sem dificuldade todas as etapas indicadas no procedimento experimental.)

Durante a sua execução, apenas colocaram a seguinte dúvida:

Aluno 1: Professora, como é que marcamos a distância entre os gobelés?

Professora: Usem a régua e coloque-os a 2 cm um do outro, tal como é pedido no protocolo.

Verificou-se que estes alunos sabiam medir com o termómetro, tendo apenas a professora feito a seguinte advertência: “As leituras da temperatura do termómetro têm de ser feitas sempre ao nível dos olhos”.

(Enquanto aguardavam pelos resultados, completaram a Tabela 1.)

Em determinado momento, um aluno fez a seguinte observação:

Aluno 5: Professora, o gobelé 1 dá sempre 20°C.

Uns minutos mais tarde, o mesmo aluno disse:

Aluno 5: E agora professora? Já terminámos. O que a gente faz na variação da temperatura?

Professora: O que é que lá diz? Leiam o que é pedido. Diz: 2-1.

Aluno 3: Para calcular a variação tem de ser onde diz 2 menos o 1. Temos de fazer 20 - 18.

Aluno 5: Ah!

Aluno 3: É fácil!

Aluno 3: Dá 2. E o de baixo?

Aluno 5: Dá 4°C.

Professora: Eram esses resultados que estavam à espera?

Aluno 3: Não, não era.

Professora: Porquê?

Aluno 3: Esperava mais no gobelé 1.

Professora: E porque é que poderá não ter aumentado?

Aluno 3: Por causa que se calhar não tapámos bem e o orifício. Estava muito grande.

Professora: Agora, juntam-se, e é para fazer o que vem aí a seguir.

## Transcrição dos Registos Áudio das Aulas Gravadas

**Data:** 2009/02/10

**Hora:** 8h25 (turma toda)

**Turma:** A

**Autor:** Vanda Delgado

**Local:** Sala 11

### **Tarefa: Síntese final da Actividade do Efeito de Estufa**

#### **Grupo 1 (Alunos 4, 6, 7, 8, 11 e 12)**

Aluno 12: A partir dos resultados obtidos, que factores tiveram um efeito directo na rápida variação da temperatura dentro dos gobelés?

Aluno 12: Devido aos gases expirados: dióxido de carbono, vapor de água. E azoto também?

Aluno 11: Acho que sim.

Aluno 6: Eu acho que não.

Aluno 11: Estabelece a correspondência entre os elementos utilizados na experiência e o efeito de estufa que se observa no nosso planeta.

Aluno 12: Não estou a perceber.

Aluno 11: É para dizer o que cada coisa representa. Por exemplo, o gobelé era o planeta Terra.

Aluno 12: Ah!

Aluno 11: A lâmpada é o Sol, papel autocolante é a atmosfera e a expiração são os gases de estufa.

Aluno 7: Que relação podemos estabelecer entre os resultados obtidos na experiência e os gases de estufa presentes na atmosfera?

Aluno 12: O aumento da temperatura dentro dos gobelés corresponde ao aumento da temperatura na Terra.

Aluno 7: Que relação poderá existir entre o aumento da quantidade de gases de estufa na atmosfera e o aquecimento global na Terra? E entre o aquecimento global na Terra e as alterações climáticas?

Aluno 12: Esta não estou a perceber.

Aluno 11: Tem a ver com o aquecimento global na Terra.

Aluno 7: Tens de relacionar uma coisa com outra.

Aluno 12: O efeito de estufa é quando o calor entra e pouco consegue voltar a sair.

Professora: Aqui já está?

Aluno 12: Não. Não consigo explicar bem.

Professora: Explica-me a tua ideia.

Aluno 12: Os gases são mais, logo a temperatura aumenta porque o calor que entra deixa de conseguir sair tanto e isso pode provocar alterações climáticas.

Professora: Afinal consegues explicar!

Depois de terminarem a tarefa, passaram para a actividade 2, onde leram a notícia sobre a chuva ácida e identificaram palavras que não conheciam. Apenas desconheciam o significado de chuva ácida. Foram procurar ao manual escolar o significado.

#### **Grupo 2 (Alunos 13, 17, 18, 19, 21 e 24)**

Os alunos falaram demasiado baixo e com o ruído de fundo dos outros grupos não se conseguiram perceber o que foi dito e discutido.

(O aluno 24 faltou.)

### **Grupo 3 (Alunos 14, 15, 16, 20, 22 e 23)**

(Os alunos leram as questões apresentadas na ficha de trabalho que não tinham conseguido concluir na aula anterior e tentaram responder-lhes.)

Aluno 22: Que relação podemos estabelecer entre os resultados obtidos na experiência e os gases de estufa presentes na atmosfera?

Aluno 16: A relação é que quantos mais gases, maior a temperatura.

Aluno 14: Que relação poderá existir entre o aumento da quantidade de gases de estufa na atmosfera e o aquecimento global na Terra? E entre o aquecimento global na Terra e as alterações climáticas?

Aluno 20: Nós tínhamos discutido isto na questão anterior.

(Os alunos começaram a fazer um esquema do fenómeno do efeito de estufa para seguidamente tentarem responder à questão, mas acabaram por não responder e entretanto elegeram o porta-voz do grupo.)

Aluno 23: Compara os resultados obtidos com a tua previsão inicial.

(Não responderam à questão.)

### **Grupo 4 (Alunos 1, 2, 3, 5, 9, 10)**

Os alunos falaram demasiado baixo e não se conseguiu perceber o que foi dito.

Professora: Nós vamos agora debater as questões da discussão em grupo. Vamos comparar as respostas que se obtiveram.

Aluno 13: A partir dos resultados obtidos, que factores tiveram um efeito directo na rápida variação da temperatura dentro dos gobelés? Foram o vapor de água e o dióxido de carbono.

Professora: Algum de vocês deu uma resposta diferente nos vossos grupos?

Aluno 16: Eu pus só o dióxido de carbono.

Professora: O que acham da resposta do Aluno 16?

Aluno 6: Tem de acrescentar o vapor de água.

Professora: Porquê?

Aluno 15: Porque também foi adicionado naquele gobelé.

Professora: Vamos à 2ª pergunta. Aluno 16, lê lá.

Aluno 16: Estabelece a correspondência entre os elementos utilizados na experiência e o efeito de estufa que se observa no nosso planeta. A correspondência é que com o gobelé cheio de dióxido de carbono as temperaturas são mais elevadas e o mesmo acontece com a Terra.

Professora: Não era isso que era pedido. Aluno 12, lê a tua.

Aluno 12: O dióxido de carbono e o vapor de água são gases, a lâmpada é o sol, os gobelés são a planta.

Professora: Planta?

Aluno 12: Planeta, e a película é a atmosfera.

Professora: O que é que tinham posto Aluno 3? Tinham posto isso?

Aluno 3: Não. Lâmpada, o sol; termómetro, a temperatura e gobelés, o efeito de estufa.

Professora: E vocês o que puseram Aluno 13?

Aluno 13: A Luz representava o Sol, os dois gobelés o planeta Terra, o furo feito nos gobelés o buraco do ozono e o dióxido de carbono e o vapor de água representavam os dois gases que entram na atmosfera e depois saem.

Professora: Estamos aí a baralhar atmosfera com camada de ozono. Atmosfera e camada de ozono são a mesma coisa?

Em conjunto: Não.

Professora: A camada de ozono é uma camada diferente da atmosfera, que se situa acima desta. Vamos à terceira pergunta. Aluno 12 segue.



Aluno 12: Que relação podemos estabelecer entre os resultados obtidos na experiência e o aumento dos gases de estufa na atmosfera? Os gases na atmosfera estão a aumentar e a ficar retidos cada vez mais no planeta.

Professora: Aluno 3, o que é que vocês puseram?

Aluno 3: No nosso caso, não houve o verdadeiro efeito de estufa, pois as temperaturas altas que o efeito de estufa provoca não foram alcançadas pela experiência.

Professora: O que é que aconteceu na vossa experiência?

Aluno 3: Nós soprámos mas o plástico ficou mal posto e o buraco também ficou muito grande e por isso o calor saiu.

Aluno 13: No gobelé 1, onde foi introduzido dióxido de carbono e vapor de água, a temperatura aumentou mais rapidamente do que no gobelé 2.

Professora: Aluno 16, o que é que vocês puseram?

Aluno 16 F.: Quanto maior a quantidade de gases de estufa na atmosfera, maior a temperatura.

Professora: Vamos à 4ª pergunta.

Aluno 3: Que relação poderá existir entre a quantidade de gases de estufa na atmosfera e o aquecimento global na Terra? E entre o aquecimento global na Terra e as alterações climáticas? Os raios solares quando estão na atmosfera, a maioria deles não volta a sair provocando o aquecimento global, isto é, o aumento das temperaturas.

Aluno 12: A quantidade de gases de estufa na atmosfera está a aumentar, o que provoca uma grande variação da temperatura, provocando grandes catástrofes naturais.

Aluno 13: Por causa dos gases que entram na atmosfera e não voltam a sair, estes vão provocando um aquecimento na Terra (aquecimento global). A Terra, por sua vez, sofre alterações climáticas, não funcionando as estações do ano da forma regular.

Professora: Vamos à última. Aluno 16.

Aluno 16: Não fiz.

Aluno 3: O grupo estava à espera de outro tipo de resultados, tais como que a temperatura aumentasse mais no gobelé 1.

Aluno 13: Estes resultados que obtivemos não eram aqueles que prevíamos, porque a temperatura no gobelé 1, onde foi introduzido dióxido de carbono e vapor de água, começou a aumentar, mas depois diminuiu.

Professora: Então e diminuiu porquê?

Aluno 13: Porque o calor saiu pelo buraco que ficou um pouco maior do que devia e pelo plástico que se calhar não estava a vedar bem.

Professora: Qual é a principal conclusão que se pode retirar com esta experiência?

Aluno 3: Que a Terra está a aquecer devido ao aumento dos gases de estufa na atmosfera.

Professora: Mas pode dizer-se que o efeito de estufa é o único factor que está a contribuir para o aquecimento global?

Em conjunto: Não. O efeito de estufa pode estar a ajudar a alterar.

Professora: Mas é apenas um dos factores que estará a contribuir para estas alterações. Apenas podemos dizer que é um dos factores, mas não podemos dizer que é o único factor responsável pelo aquecimento global nem pelas alterações climáticas.

## Transcrição dos Registos Áudio das Aulas Gravadas

**Data:** 2009/02/11

**Hora:** 8h25 (1ºTurno) e 9h10 (2ºTurno)

**Turma:** A

**Autor:** Vanda Delgado

**Local:** Biblioteca

### **Tarefa: Parte 1 da Actividade da Chuva Ácida**

#### **Grupo 1 (Alunos 4, 6, 7, 8, 11 e 12)**

(Os alunos começaram por ler o texto e a sublinhar as palavras que não conheciam.)

Aluno 6: O que são monumentos feitos de calcário ou mármore?

Aluno 7: São aqueles que são feitos de pedra branca.

Aluno 6: É melhor procurar.

Aluno 7: Nós só não sabemos bem o que é calcário e mármore.

Professora: E chuva ácida?

Aluno 7: Chuva ácida é quando o dióxido de carbono...

Professora: Não.

Aluno 12: Chuva ácida é quando os gases que vêm das fábricas transformam a água da chuva em água ácida.

Professora: Mas quais gases?

Aluno 7: É melhor ir ver também.

(Abriram o manual e foram procurar. Depois copiaram para o espaço próprio na ficha.)

(Seguidamente passaram para as questões em que tinham de formular o problema e a hipótese.)

Aluno 6: Porque é que a chuva ácida tem aumentado?

Professora: Não pode ser esse o problema, porque para essa questão vocês já sabem a resposta. Já escreveram isso aí em cima.

Aluno 7: Como é que as chuvas ácidas prejudicam os monumentos feitos de calcário?

Professora: Muito bem! E agora, qual a vossa hipótese?

Aluno 7/Aluno 6: A chuva ácida pode conter substâncias que desgastam os monumentos.

#### **Grupo 2 (Alunos 13, 17, 18, 19, 21 e 24)**

(Começou por um elemento do grupo ler em volta alta o texto. Seguidamente sublinharam as palavras que não conheciam.)

Aluno 13: O que é a chuva ácida?

Aluno 21: Eu já fiz uma vez um trabalho sobre isso em Área de Projecto, mas já não me lembro muito bem.

Acho que quando chove, ela não afecta a nossa pele, mas afecta as plantas, morrem.

Aluno 13: Vamos ver ao livro.

(Procuraram e transcreveram para o espaço próprio)

Professora: Qual é o problema ambiental?

Aluno 13: Chuva ácida.

Problema: Como se formula um problema?

Aluno 21: Pergunta.

Professora: De que é que a notícia fala?

Aluno 21: Da chuva ácida.

Professora: E especificamente sobre o quê?

Aluno 18: Que causa problemas ambientais.

Professora: E mais?

Aluno 21: Que se está a fazer sentir em todo o mundo.

Aluno 17: Que destrói monumentos de calcário ou mármore.

Professora: Aí diz que prejudica, não que destrói. Então qual pode ser o problema que aí está?

Aluno 21: Será que a chuva ácida está a prejudicar os monumentos?

Professora: Então e qual vai ser a vossa hipótese? O que é que vocês acham?

Aluno 21: Que sim, que está a prejudicar.

Professora: Então vamos escrever isso.

Aluno 18: Consideramos que a chuva ácida está a prejudicar os monumentos feitos de calcário.

### **Grupo 3 (Alunos 14, 15, 16, 20, 22 e 23)**

(Um elemento do grupo leu em voz alta a notícia e seguidamente os alunos sublinharam as palavras que não conheciam.)

Aluno 14: Já ouvi falar em chuva ácida, mas não sei explicar. E vocês?

Aluno 23: Eu não sei.

Aluno 20: Acho que queima tudo.

Aluno 22: Eu também não sei.

(Procuraram na internet e transcreveram as informações obtidas para o espaço próprio na ficha.)

Professora: O que é que já fizeram?

Aluno 16: Lemos o texto e fomos procurar o que era chuva ácida. Está aqui.

Professora: Então agora passem para a etapa 3 que consiste em identificarem o problema.

Aluno 22: O problema é as chuvas ácidas.

Aluno 20: Mas tem de ser uma pergunta, lembram-se?

Aluno 14: Aqui fala da chuva ácida e diz que está a prejudicar os monumentos feitos de calcário ou mármore.

Aluno 16: Então o problema pode ser: Como que é que a chuva ácida está a prejudicar os monumentos feitos de calcário ou mármore? O que acham?

Aluno 23: Sim, concordo.

Aluno 22: Eu também. Vamos à última. Está a pedir a hipótese.

Aluno 20: Então podemos dizer que a chuva ácida estraga os monumentos.

Aluno 14: A chuva ácida degrada os monumentos, corrói.

### **Grupo 4 (Alunos 1, 2, 3, 5, 9 e 10)**

(Cada aluno leu a notícia. Apenas identificaram uma palavra de que não sabiam o significado. Procuraram o seu significado na internet e transcreveram as informações para a ficha. Seguidamente identificaram o problema e formularam a hipótese.)

Aluno 2: A partir das informações fornecidas, que problema ambiental identificas?

Aluno 5: O que é que a chuva ácida faz aos monumentos feitos de calcário ou mármore?

Aluno 10: Concorde.

Aluno 3: Diz lá de novo.

(O aluno 5 ditou o que tinha dito.)

Aluno 10: Falta a última. Diz para formular uma hipótese para o problema.

Aluno 1: É fácil. É arranjar uma resposta para a pergunta que escrevemos. Eu punha que a chuva ácida degrada os monumentos, que ficam feios.

Aluno 2: Eu já ouvi uma vez na televisão falar sobre isso e disseram que a chuva ácida desfazia os monumentos de calcário.

## Transcrição dos Registos Áudio das Aulas Gravadas

**Data:** 2009/02/18

**Hora:** 8h25 (1ºTurno) e 9h10 (2ºTurno)

**Turma:** A

**Autor:** Vanda Delgado

**Local:** Biblioteca

### **Tarefa: Parte 2 da Actividade da Chuva Ácida**

#### **Grupo 1 (Alunos 4, 6, 7, 8, 11 e 12)**

Os alunos seguiram passo a passo o procedimento experimental, tendo apenas manifestado dúvidas na identificação da cor que aparecia no papel indicador de pH.

Aluno 12: Que cor é esta?

Professora: Digam-me vocês. Olhem para a escala e identifiquem o valor do pH, pela cor que for mais próxima.

Uns minutos mais tarde:

Professora: Para contarem os minutos, podem fazê-lo pelo gravador que têm em cima da bancada, por exemplo, se não tiverem relógios.

Depois de terminarem a actividade, juntaram-se em grupo e cada um construiu o gráfico. Seguidamente, ainda responderam a duas das questões presentes na ficha.

#### **Grupo 2 (Alunos 13, 17, 18, 19, 21 e 24)**

(Os alunos cumpriram todo o procedimento experimental e no final tentaram responder às questões apresentadas. Ainda se verificou o caso de dois alunos que construíram incorrectamente o gráfico, tendo marcado mal a origem do referencial. A professor voltou a referir: “O zero é sempre na origem do referencial. É o ponto onde os eixos se intersectam.”)

Aluno 21: Ao longo dos 10 minutos, o pH dentro dos gobelés aumentou ou diminuiu?

Aluno 17: No gobelé 1 manteve-se e no gobelé 2 aumentou.

Aluno 21: Qual foi o efeito da acidez da água sobre a amostra de calcário?

Professora: O que é que notaram no gobelé? Dentro do gobelé?

Aluno 13: Estavam umas bolhinhas à volta da pedra.

Professora: E o que é que isso significa?

Aluno 13: É como o que a chuva ácida faz aos monumentos de calcário.

Professora: E o que é que acontece?

Aluno 21: Está a destruir, a desfazer o calcário.

Aluno 21: Por que razão o traçado do gráfico referente ao gobelé 2 mudou após a introdução do calcário?

Aluno 21: Eu não sei.

Aluno 21: Com base nos resultados obtidos, qual será o efeito das chuvas ácidas nos monumentos feitos de calcário?

Aluno 19: Desfaz os monumentos.

Aluno 19: Se a recolha do pH continuasse durante mais 10 minutos, o que achas que aconteceria ao valor do pH?

Aluno 13: Diminuí.

Aluno 13: Professora, eu não percebo aqui uma coisa. Por que razão o traçado do gráfico referente ao gobelé 2 mudou após a introdução do calcário?

Professora: O vinagre é ácido ou básico?

Aluno 13: Ácido.

Professora: Então o pH está acima ou abaixo de 7?

Aluno 13: Abaixo de 7.

Professora: E o que faz o vinagre?

Aluno 21: Diminui o pH.

Professora: E o calcário?

Aluno 13: É básico.

Professora: Então o que esperavam que acontecesse quando adicionassem o calcário?

Aluno 21: Aumentasse, tendendo para 7.

Professora: Foi isso que vos aconteceu?

Todos: Não.

Professora: Então têm de tentar justificar por que razão não terá acontecido. E depois têm de responder ao resto das perguntas.

(O aluno 24 faltou.)

### **Grupo 3 (Alunos 14, 15, 16, 20, 22 e 23)**

Os alunos falaram demasiado baixo e não se conseguiu perceber quase nada do que disseram.

### **Grupo 4 (Alunos 1, 2, 3, 5, 9 e 10)**

(Os alunos realizaram o protocolo experimental sem dificuldades, cumprindo sequencialmente e sem enganar as etapas indicadas.)

A certa altura a professora dirigiu-se ao grupo e disse:

Professora: Agora que já fizeram o primeiro registo, continuem. Quando vos faltar fitas de pH chamem-me.

Uns minutos mais tarde:

Professora: O que é que vocês esperavam que acontecesse ao valor do pH quando introduzissem o calcário?

Aluno 3: Aumentasse.

Professora: Porquê?

Aluno 3: Porque o calcário absorvia o ácido.

Após terminarem os registos:

Aluno 3: Professora, já terminámos. E agora?

Professora: Agora vão juntar-se em grupo aí nas mesas e responder às questões.

Aluno 3: E o que é isto da variação do pH (2-1)?

Professora: É para calcular a diferença entre o último valor e o primeiro.

(Mudaram-se para as mesas e começaram a discutir as questões presentes na ficha. Antes de mais construíram o gráfico. Debateram o tipo de gráfico a construir e chegaram à conclusão que devia ser um gráfico cartesiano.)

Aluno 2: Por que razão o traçado do gráfico referente ao gobelé 2 mudou após a introdução do calcário?

Aluno 3: No nosso caso, nada se alterou, pois o pH manteve-se constante.

Aluno 10: Se a recolha do pH continuasse durante mais 10 minutos, o que achas que aconteceria ao valor do pH da água?

Aluno 5: Manter-se-ia constante.

Professora: Vocês chegaram a reparar em alguma coisa de diferente no gobelé 2?

Aluno 3: Fazia bolhinhas.

Professora: E o que é que vocês acham que isso significa?

Aluno 3: O calcário está a derreter.

Professora: Derreter não é a palavra certa.

Aluno 3: A destruir.

Professora: Como podemos dizer isso ainda melhor?

Aluno 2: Estava a dissolver-se na água.

Professora: Com base nos resultados obtidos, qual será o efeito das chuvas ácidas nos monumentos feitos de calcário?

Aluno 3: Desfaz.

Professora. Compara os resultados obtidos com a tua previsão inicial. Qual era a vossa previsão inicial?

Aluno 1: Que o calcário se iria destruir.

Professora: O que é que vocês vêem então?

Aluno 2: O calcário estava a desfazer-se de uma forma mais lenta do que pensávamos.

Aluno 9: Nesta actividade tiveste a oportunidade de investigar o efeito das chuvas ácidas nos monumentos feitos de calcário ou mármore. Prevê agora que efeito tem as chuvas ácidas sobre a vegetação e sobre as cadeias alimentares. Nós pusemos: Na vegetação, as chuvas ácidas irão queimar, matar a vegetação, influenciando assim as cadeias alimentares.

Aluno 5: Pode matar e contaminar os lagos.

Aluno 3: E os peixinhos morrem.

Professora: Logo afecta ou não as cadeias alimentares?

Todos: Afecta.

Professora: E à vegetação, o que é que lhe pode acontecer?

Aluno 5: Queima. É parecido com o efeito da geada.

## **Transcrição dos Registos Áudio das Aulas Gravadas**

**Data:** 2009/02/19

**Hora:** 8h25 (1ºTurno) e 9h10 (2ºTurno)

**Turma:** A

**Autor:** Vanda Delgado

**Local:** Biblioteca

### **Tarefa: Síntese da Actividade da Chuva Ácida**

Os alunos começaram por terminar de responder às questões nos primeiros 10 minutos da aula. O grupo que já tinha terminado, elegeu o porta-voz e discutiram as respostas dadas, de modo a verificarem se era necessário corrigir alguma coisa ou se, pelo contrário, estava tudo como consideravam correcto. Seguiu-se a apresentação das conclusões através do porta-voz de cada grupo, que corresponderam às respostas constantes na transcrição do dia 18 de Fevereiro de 2009.

## Transcrição dos Registos Áudio das Aulas Gravadas

**Data:** 2009/01/29

**Hora:** 14h30 (turma toda)

**Turma:** B

**Autor:** Vanda Delgado

**Local:** Biblioteca

### **Tarefa: Parte 1 da Actividade do Efeito de Estufa**

#### **Grupo 1 (Alunos 2, 6, 7, 9, 10 e 11)**

Aluno 6: Sublinhem as palavras que têm dúvidas. Eu já li e não tenho dúvida nenhuma, por isso leiam vocês agora.

Aluno 9: Nefastas, é o quê?

Aluno 6: Sublinha e depois já vê.

Aluno 7: Agora vamos precisar dos computadores, não é?

Aluno 11: Ah, espera aí! É para ...

Aluno 6: Sublinha o que tens dúvidas, o que não sabes daí.

Aluno 9: Eu não sei uma. É a única.

Aluno 6: Já leste Aluno 11? Não tens dúvidas?

Aluno 11: Não.

Aluno 6: E tu Aluno 10, o que é que não percebeste?

Aluno 10: O que é essencial?

Aluno 9: Muito importante.

Aluno 6: Muito bem.

Aluno 7: Aluno 9, nefastas quer dizer mau, prejudicial.

Aluno 6: Alguém tem mais alguma dúvida? Não? Portanto professora, não registamos mais nada.

Professora: Não têm dúvidas em nada de nada?

Aluno 9: Ao início, eu tinha em nefastas.

Aluno 6: Só tínhamos ao nível de vocabulário, mais nada.

Professora: Quanto às palavras efeito de estufa, aquecimento global, atmosfera não têm dúvidas em nenhuma?

Todos: Não.

Professora: Então podem passar à frente.

Aluno 6: Ora, vamos então continuar. A partir das informações da notícia que problema ambiental identificas?

Aluno 11: Espera aí, afinal também não percebo o que é o efeito de estufa.

Aluno 9: É a recepção de calor e depois não deixa sair.

Aluno 6: Vamos ao problema: o que é que identificamos?

Aluno 9: É o aquecimento global.

Aluno 11: Pois. E o efeito de estufa e a temperatura na Terra.

Aluno 9: Há vários.

Aluno 6: Mas aqui diz “que problema”, portanto só há-de ser um.

Aluno 9: O aquecimento global é o mais em geral.

Aluno 6: Mas aqui fala do efeito de estufa.

Professora: Só uma coisa: O que é o efeito de estufa?

Aluno 9: É a retenção de calor.

Aluno 7: Na atmosfera.

Aluno 6: São emitidos gases para a atmosfera, uns são enviados para fora e outros são retidos. Depois o efeito de estufa garante uma temperatura na Terra que possibilita condições de vida. Agora, como estão a ser emitidos muitos gases de estufa que poluem, isso está a fazer com que haja muito calor, provocando o aquecimento global.

Professora: Vamos lá então. Quem é que aqui ainda não consegue explicar muito bem o que é o efeito de estufa?

Aluno 11: Eu.

Professora: Um elemento do grupo que já saiba vai tentar explicar aos restantes, de modo a que todos fiquem a saber. Depois pedem a essa ou essas pessoas para tentar explicar o que é.

Aluno 6: Explico eu ou explicas tu Aluno 9?

Aluno 9: Tu sabes mais do que eu.

Aluno 6: Ora bem, temos a Terra, o que é que acontece? Temos os carros e as fábricas que enviam aqueles gases que poluem. Esses gases vão para a atmosfera. Os raios solares vêm para o planeta, depois uns quantos vão de volta e outros ficam. Vocês estão a perceber? Olhem o esquema da Aluno 7.

Aluno 7: Esta bolinha é o Sol. Uns raios ficam na atmosfera e outros saem. Estes gases aquecem muito a Terra, são muito prejudiciais, o que faz com que o gelo depois derreta.

Aluno 6: Olha, os raios do sol vêm para o planeta. Uns vão logo de volta, enquanto outros entram na Terra. Depois como estamos a poluir muito, há cada vez mais gases poluentes e estão a fazer com que haja muito calor e ocorra o aquecimento global e o gelo derreta.

Aluno 7: Qual é a diferença entre gelo e calote? Vou perguntar depois à professora.

Aluno 6: Explica agora tu Aluno 11.

Aluno 11: Os raios vêm para a Terra: uns ficam e outros vão, mas o que está a acontecer agora é que há mais gases e os raios não conseguem sair, provocando um aumento da temperatura.

Aluno 6: Vamos agora escrever aqui na 3 o problema que está na notícia. O problema que está na notícia é o efeito de estufa.

Professora: O que estão a fazer agora?

Aluno 6: Acabamos de responder à 3.

Professora: Ora bem, vocês colocaram que o problema referido é o efeito de estufa. O problema não é bem esse. Como é que se coloca um problema? Como é que nós, no ano passado, quando fizemos aquela actividade do Jota, formulamos o problema? Um problema aparece sempre sob a forma de..

Aluno 11: Uma questão.

Professora: Então têm de por isto sob a forma de uma questão.

Aluno 6: Ah! Então na 3 temos de por uma questão?

Professora: O que é que aí diz? Diz “que problema ambiental identificas?”. Um problema é sempre o quê?

Aluno 9 e Aluno 7: É uma questão.

Aluno 11: Que tem de ser resolvida ou tentar resolver.

Professora: Então agora a partir das informações da notícia enunciem o problema.

Aluno 6: Vamos apagar então o que tínhamos respondido.

(Os alunos voltaram a ler em voz alta a notícia.)

Aluno 6: Que questão vamos colocar?

Aluno 9: Por que é que existe/ocorre o aquecimento global?

Professora: Não é esse o vosso problema. Olhem para o título e para o texto. Há uma parte que vos dá todas as pistas para o problema.

Aluno 6: Por que é que a temperatura na Terra está a aumentar?

Aluno 9: O que é que provoca o efeito de estufa?

Aluno 7: Como diminuir o efeito de estufa?

Aluno 9: O Aluno 11 tem medo de falar por causa do gravador.

Aluno 6: E se for, como diminuir a quantidade de CO<sub>2</sub> libertada para a atmosfera. Vamos chamar a professora, porque eu não sei se é isso. Será que podemos pedir ajuda à professora da Universidade. É melhor não. Vamos chamar a nossa professora.

Aluno 11: Professora, ó professora, pode vir aqui?



Professora: Aqui estou. Digam lá!

Aluno 7: Veja lá este problema.

Professora: Vocês não sabem como diminuir a quantidade de CO<sub>2</sub> emitido para a atmosfera?

Todos: Sabemos.

Professora: Então isso não é um problema, porque vocês já sabem a resposta. O que é que diz no texto que ainda não se sabe? O que é que os cientistas ainda não sabem?

Aluno 9: Será que o efeito de estufa tem influência nas alterações climáticas?

Professora: Agora diz, formula uma hipótese para o problema que enunciaste. O que é uma hipótese?

Aluno 7: É uma possível resposta.

Professora: Então agora avancem com o que vocês acham. E depois o que vão fazer?

Aluno 11: Ver se a hipótese está ou não correcta.

Aluno 6: Vamos escrever: Sim, o efeito de estufa influencia as alterações climáticas devido ao aumento de gases de estufa, fazendo com que haja mais calor (aquecimento global).

Professora: Ainda não é bem este o problema... Olhem para o título.

Aluno 6: Efeito de estufa e temperatura na Terra. Uhm... Será que o efeito de estufa influencia a temperatura na Terra e consequentemente as alterações climáticas?

Professora: Agora sim!

Aluno 7: Então na hipótese temos de colocar: Sim, o efeito de estufa influencia a temperatura na terra e as alterações climáticas.

### **Grupo 2 (Alunos 1, 3, 4, 5, 8 e 12)**

Os alunos falaram demasiado baixo e com o som de fundo da discussão dos outros grupos não se conseguiu perceber o que foi dito.

### **Grupo 3 (Alunos 18, 19, 20, 21, 22 e 23)**

(Os alunos começaram por ler a notícia e identificar as palavras que não conheciam.)

Aluno 22: O que quer dizer nefastas?

Aluno 23: Acho que é graves consequências.

Professora: Quais foram as dúvidas que vocês tiveram?

Aluno 23: Nefastas.

Aluno 20: Mas eu sei que quer dizer graves, não é?

Professora: Sim. Então não há dúvidas sobre o que é o efeito de estufa?

Aluno 23: Mais ou menos.

Professora: O que é que é o efeito de estufa?

Aluno 20: É a retenção de calor na Terra.

Professora: Vocês conseguem explicar melhor isso. Senão têm de ir à procura. E conseguem explicar o que é o aquecimento global?

Professora: Se vocês não sabem exactamente o que isso significa, então têm de ir procurar.

Aluno 23: Embora lá então.

Aluno 22: Aquecimento global – refere-se ao aumento da temperatura média do ar e dos oceanos perto da superfície da Terra.

Aluno 20: Efeito de Estufa - é um processo que ocorre quando uma parte da radiação reflectida pela superfície terrestre é absorvida por determinados gases presentes na atmosfera.

Professora: Então agora que já esclareceram as vossas dúvidas, tentem lá fazer a 3. Diz assim: A partir das informações fornecidas nesta notícia que problema ambiental identificas? Primeiro, como é que se formula um problema?

Professora: Pensem lá naquilo do Jota que fizemos o ano passado, naquela BD.

Aluno 18: Um problema é formulado por uma pergunta.

Professora: Então agora formulem o vosso problema. E a seguir respondam à 4.

Aluno 22: O problema ambiental que está aqui é o aquecimento global, não é?

(Os alunos dispersaram e conversaram sobre outros assuntos não relacionados com a actividade – aproximadamente 10 minutos, enquanto a professora rodou pelos outros 3 grupos de trabalho.)

Aluno 21: Acho que é: Por que é que fica calor retido na atmosfera?

Aluno 18: A hipótese é: Porque há gases a mais na atmosfera.

Professora: Vocês já sabem a resposta para isso, logo não pode ser o problema. O que é que os cientistas não sabem ou não têm a certeza?

Aluno 20: Se o efeito de estufa é a única causa para o aquecimento global.

Professora: Então agora coloquem sob a forma de pergunta.

Aluno 20: Será que o efeito de estufa é uma das razões para o aquecimento global e que contribui para as alterações climáticas?

Aluno 22: Na 4 podemos escrever que sim, que é uma das razões.

Professora: Na próxima aula vocês vão testar a vossa hipótese e ver se está correcta ou não.

#### **Grupo 4 (Alunos 13, 14, 15, 16, 17 e 24)**

(Os alunos começaram por ler a notícia e sublinhar as palavras que não conheciam.)

Aluno 24: Vocês sabem o que é o efeito de estufa?

Aluno 15: Eu já ouvi falar mas não sei bem o que é.

Aluno 17: Eu sei que tem a ver com calor que não consegue sair e que isso faz aumentar a temperatura no nosso planeta, mas não consigo explicar bem.

Aluno 24: Bem, então temos de ir procurar.

(Foram procurar à internet o significado e transcreveram as informações que encontraram para a folha que foi distribuída. Seguidamente tentaram identificar o problema, mas tiveram bastantes dificuldades.)

Aluno 17: A partir das informações fornecidas nesta notícia que problema ambiental identificas?

Aluno 16: O problema é o efeito de estufa e o aquecimento global.

Professora: Como é que se formula um problema?

Aluno 15: Não estou a perceber professora.

Professora: Como é que no ano passado eu vos ensinei que se formulava um problema? Pensem lá naquela primeira actividade que fizemos sobre o Jota. Era uma banda desenhada.

Aluno 24: Já me lembro. Aquela actividade em que os peixinhos morriam porque a água estava contaminada.

Professora: Essa mesmo.

Aluno 17: Um problema tinha de ser formulado por uma pergunta.

Professora: Muito bem. Então agora identifiquem o problema e ponham-no sob a forma de uma pergunta.

Aluno 24: O que é causa o efeito de estufa?

Professora: Para essa pergunta vocês já sabem a resposta. Um problema tem de ser algo de que ainda não se sabe a resposta. Leiam novamente o texto e vejam o que é que os cientistas não sabem ou do que é que eles não têm a certeza.

(Os alunos leram novamente o texto.)

Aluno 16: Será que o efeito de estufa pode provocar o aumento da temperatura na Terra e alterações climáticas?

Aluno 24: Como a hipótese é uma resposta ao problema, eu punha: Sim, pode provocar.

Aluno 17: Concordo.

## Transcrição dos Registos Áudio das Aulas Gravadas

**Data:** 2009/02/02

**Hora:** 10h15 (1º Turno) e 11h00 (2º Turno)

**Turma:** B

**Autor:** Vanda Delgado

**Local:** Lab CN

### **Tarefa: Parte 2 da Actividade do Efeito de Estufa**

Não foi possível proceder à gravação áudio desta aula, uma vez que os gravadores estavam no Conselho Executivo e tendo aparecido a inspecção, estes estiveram reunidos à porta-fechada.

## Transcrição dos Registos Áudio das Aulas Gravadas

**Data:** 2009/02/05

**Hora:** 12h40 e 14h30 (turma dividida)

**Turma:** B

**Autor:** Vanda Delgado

**Local:** Sala 12

### **Tarefa: Síntese da Actividade do Efeito de Estufa + Parte 1 da Actividade da Chuva Ácida**

Em virtude do falecimento do irmão de um aluno da escola, parte dos alunos desta turma solicitaram que lhes desse a aula numa das horas de almoço, de forma a poderem ir ao funeral. O pedido foi aceite e por isso os grupos tiveram de ser ajustados, em função dos alunos presentes em cada um dos tempos lectivos.

#### **Grupo 1 (Alunos 1, 2, 6, 7, 12, 23)**

Aluno 1: Que relação podemos estabelecer entre os resultados obtidos na experiência e o aumento dos gases de estufa na atmosfera?

Aluno 1: Como eles largaram dióxido de carbono para o gobelé, isso tanto acontece de ficar contido na atmosfera como no gobelé.

Aluno 4: Que relação poderá existir entre o aumento da quantidade de gases de estufa na atmosfera e o aquecimento global na Terra? E entre o aquecimento global na Terra e as alterações climáticas?

Aluno 1: A relação que poderá existir é que os gases (dióxido de carbono) aceleram o aquecimento. O aquecimento global provoca o degelo.

Aluno 12: E o mar aumenta.

Aluno 1: A relação entre o aquecimento global e as alterações climáticas é (não se ouve o resto da frase na gravação).

Aluno 12: Compara os resultados obtidos com a tua previsão inicial.

Aluno 1: A previsão está correcta.

Aluno 1: Professora, já acabámos.

(Ao longo da discussão das questões, apenas um dos elementos do grupo trabalhou verdadeiramente. Os restantes dispersaram-se em temas de conversa paralelos várias vezes.)

### **Grupo 2 (Alunos 3, 4, 5, 8, 10, 11)**

Aluno 8: Estabelece a correspondência entre os elementos utilizados na experiência e o efeito de estufa que se observa no nosso planeta.

Aluno 5: Cada coisa correspondia a uma coisa na Terra.

Aluno 8: Candeeiro – Sol; Papel autocolante - Atmosfera; Gobelé – Terra

Aluno 3: Que relação podemos estabelecer entre os resultados obtidos na experiência e o aumento dos gases de estufa na atmosfera?

Aluno 8: Na experiência realizada, alguns gases permanecem e outros saem. É o mesmo que está acontecer na atmosfera, dando-se assim uma acumulação de gases.

Aluno 5: Que relação poderá existir entre o aumento da quantidade de gases de estufa na atmosfera e o aquecimento global na Terra? E entre o aquecimento global na Terra e as alterações climáticas?

Aluno 8: Os gases começam a acumular-se mais e assim fica mais calor, porque os raios que entram não conseguem sair. Isto leva ao aquecimento global e até a alterações climáticas.

Aluno 5: Alguns gases permanecem e outros saem. Mas neste caso há uma maior acumulação de gases e isso vai interferir nas alterações climáticas. Ficando mais calor, isso vai dar o aquecimento global.

(Entrou o aluno 16, atrasado 20 minutos. A professora perguntou o que lhe aconteceu. O aluno respondeu que se tinha perdido nas horas).

Aluno 3: Compara os resultados obtidos com a tua previsão inicial.

Aluno 5: Ó professora, acho que a nossa 3 está mal e não sabemos a última.

Professora: Na última, é pedido para comparar os resultados que vocês obtiveram na actividade experimental com a vossa previsão inicial. Qual era a vossa previsão? Era a vossa hipótese. Vão lá ver qual era a vossa hipótese e vão comparar com os resultados que obtiveram, para ver se estava correcta ou não.

Aluno 5: Aqui na 4 não percebemos muito bem.

Professora: Que relação poderá existir entre o aumento da quantidade de gases de estufa na atmosfera e o aquecimento global na Terra? E entre o aquecimento global na Terra e as alterações climáticas?

Aluno 5: Se interfere ou não?

Professora: Sim. Que relação existe, se é que existe, entre estas dimensões?

Aluno 8: O aumento dos gases de estufa, provocam o aumento da temperatura na Terra, ou seja, verifica-se o aquecimento global, que vai provocar alterações climáticas.

(Acabaram por não responder à última questão.)

### **Grupo 3 (Alunos 9, 18, 19, 20, 21, 22)**

(Os alunos acabaram de responder às questões presentes na ficha de trabalho sobre o Efeito de Estufa)

Aluno 20: Que relação poderá existir entre o aumento da quantidade de gases de estufa na atmosfera e o aquecimento global na Terra? E entre o aquecimento global na Terra e as alterações climáticas?

Aluno 18: Quanto mais gases de estufa existirem na atmosfera, mais aumenta a temperatura e isso leva ao aquecimento global na Terra.

Aluno 22: E o aquecimento global provoca alterações climáticas, concordam?

Professora: Já está tudo?

Aluno 18: Falta a cinco.

Professora: Qual é que era o vosso problema inicial? Será que o efeito de estufa é uma das muitas razões que contribui para as alterações climáticas? E a vossa hipótese era: Sim, é uma das razões. Agora o que quero é que vocês comparem os resultados da actividade com a vossa previsão inicial.

Professora: Quem é o porta-voz deste grupo?

Aluno 21: É o Aluno 18.

Aluno 20: Os resultados obtidos estão de acordo com a nossa previsão inicial.

(O grupo dispersou muitas vezes durante os vinte minutos que tiveram para acabar de responder às questões, conversando sobre assuntos não relacionados com a actividade. Foi necessário chamar os alunos à atenção várias vezes.)

#### **Grupo 4 (Alunos 13, 14, 15, 16, 17 e 24)**

Aluno 24: A partir dos resultados obtidos, que factores tiveram um efeito directo na rápida variação da temperatura dentro dos gobelés?

Aluno 17: No gobelé 1, a diferença das temperaturas foi maior. Nós pensamos que este efeito se assemelha ao efeito de estufa.

Aluno 24: Estabelece a correspondência entre os elementos utilizados na experiência e o efeito de estufa que se observa no nosso planeta.

Aluno 17: O gobelé 1 foi onde a diferença de temperatura foi maior, porque o gobelé continha dióxido de carbono e vapor de água

Aluno 24: Que relação podemos estabelecer entre os resultados obtidos na experiência e o aumento dos gases de estufa na atmosfera?

Aluno 17: O vapor de água e o dióxido de carbono formaram uma barreira que deixa os raios solares, mas não os deixou sair.

Aluno 24: Que relação poderá existir entre o aumento da quantidade de gases de estufa na atmosfera e o aquecimento global na Terra? E entre o aquecimento global na Terra e as alterações climáticas?

Aluno 17: A relação que existe é que os gases retêm os raios na atmosfera terrestre, não os deixando sair, fazendo com que a temperatura aumente e haja então as alterações climáticas

Aluno 24: Compara os resultados obtidos com a tua previsão inicial.

Aluno 17: Sim, a nossa previsão inicial estava correcta, mas o efeito de estufa afecta mais a Terra do que nós pensávamos inicialmente.

Professora: Vamos então esperar um bocadinho pelos outros colegas.

(Aluno 16 entrou bastante atrasado e juntou-se a este grupo excepcionalmente)

Aluno 16: Leu a primeira pergunta e disse que tinha sido o vapor de água e o dióxido de carbono.

Professora: Foi isso que vocês também responderam?

Aluno 24: Nós pusemos que o gobelé 1 foi onde a diferença de temperatura foi maior, porque o gobelé continha dióxido de carbono e vapor de água.

Professora: Não é isso que eles estão a perguntar. Estão a perguntar quais foram os factores que tiveram um efeito directo na variação da temperatura dentro dos gobelés.

Aluno 16: Pois são os gases que eu disse.

Aluno 24: Na segunda, pusemos: O gobelé 1 foi onde a diferença de temperatura foi maior, porque o gobelé continha dióxido de carbono e vapor de água.

Aluno 16: Está bem.

(Leram as questões seguintes e o Aluno 16 concordou com todas as restantes respostas dadas pelos colegas)

Professora: Bem, vamos lá começar com a apresentação das vossas conclusões. Quero toda a gente em silêncio.

Aluno 18: Leio a pergunta?

Professora: Sim.

Aluno 18: A partir dos resultados obtidos que factores tiveram um efeito directo na rápida variação da temperatura dentro dos gobelés? A adição de dióxido de carbono e vapor de água.

Aluno 4: Dióxido de carbono, vapor de água e fonte de luz.

Aluno 6: Os gases que emitimos para dentro do gobelé, durante a expiração (dióxido de carbono e vapor de água), é que tiveram um efeito directo.

Professora: Vamos pensar na fonte de luz que é a única variação que há. A fonte de luz estava só para um dos gobelés ou para os dois?

Todos: Para os dois.

Professora: Se estava para os dois, onde é que a temperatura aumentou mais rapidamente?

Aluno 18: No que tinha o dióxido de carbono e o vapor de água.

Professora: Então quais foram os factores que fizeram variar mais rapidamente?

Aluno 6: Dióxido de carbono e vapor de água.

Aluno 6: Estabelece a correspondência entre os elementos utilizados na experiência e o efeito de estufa que se observa no nosso planeta. O gobelé correspondia ao planeta Terra, o papel autocolante à atmosfera, a lâmpada à fonte de calor (Sol) e a expiração aos gases de estufa.

Aluno 4: O papel autocolante era a atmosfera, a fonte de calor era o Sol e o gobelé era a Terra.

Aluno 18: Igual.

Professora: Terceira pergunta Aluno 4. Agora vamos começar por ti.

Aluno 4: Que relação podemos estabelecer entre os resultados obtidos na experiência e o aumento dos gases de estufa na atmosfera? A relação é que como o dióxido de carbono ficou contido no gobelé, a mesma coisa acontece na atmosfera, ou seja, o dióxido de carbono fica contido na atmosfera.

Aluno 18: O dióxido de carbono e o vapor de água fazem a temperatura aumentar mais rapidamente como lá ficou retido dentro do gobelé.

Aluno 6: O aumento da temperatura dentro dos gobelés corresponde ao aumento da temperatura que ocorre no planeta, causado nos gobelés pela expiração e na Terra pelo aumento dos gases de estufa.

Professora: Vamos à 4ª pergunta. Vamos começar novamente por ti, Aluno 18.

Aluno 18: Que relação poderá existir entre o aumento da quantidade de gases de estufa na atmosfera e o aquecimento global na Terra? E entre o aquecimento global na Terra e as alterações climáticas? Quanto mais gases de estufa existirem na atmosfera, mais a temperatura aumenta e isso contribui para o aquecimento global. E o aquecimento global faz com que o planeta aqueça e isso altera o clima.

Aluno 4: A relação que poderá existir é que a quantidade de gases de estufa na atmosfera aceleram o processo de aquecimento da Terra. E a relação entre o aquecimento global e as alterações climáticas é que o aquecimento global aumenta a temperatura, ou seja, as alterações climáticas.

Professora: Não estou a perceber aí uma parte. Vamos lá ver, as alterações climáticas correspondem ao aumento da temperatura? O que significa alteração climática?

Aluno 1: Que o clima muda, por causa do dióxido de carbono.

Aluno 4: O aquecimento global por sua vez é que provoca as alterações climáticas.

Aluno 6: O aumento dos gases de estufa na atmosfera vai influenciar o clima, causando o aumento da temperatura na Terra (aquecimento global). O aquecimento do planeta vai fazer com que os gelos derretam e os climas variem.

Professora: Agora vamos à última e começa por ti Aluno 6.

Aluno 6: Compara os resultados obtidos com a tua previsão inicial. A previsão inicial corresponde aos resultados obtidos na actividade experimental.

Professora: Qual era a vossa previsão inicial?

Aluno 6: O efeito de estufa influencia as alterações climáticas devido ao aumento dos gases de estufa, fazendo com que haja mais calor.

Aluno 4: A nossa previsão inicial era que o efeito de estufa é o único factor responsável pelas alterações climáticas.

Professora: Com esta experiência vocês podem tirar a conclusão de que o efeito de estufa é o único factor que contribui para o aquecimento global?

Aluno 1: Não, é um dos factores.

Aluno 18: Nós pusemos que sim, mas afinal é apenas um dos factores.

Professora: Assim numa conclusão geral, o que podemos dizer acerca desta experiência?

Aluno 1: O efeito de estufa é um dos factores que contribui para o aquecimento global.

Professora: E porquê? O que é isso do efeito de estufa?

Aluno 1: O calor fica contido na atmosfera.

Professora: Todo?

Aluno 1: Não todo.

(Distribuição da nova actividade sobre a chuva ácida. Em cada grupo, um elemento leu em voz alta a notícia e seguidamente dois dos grupos ainda sublinharam as palavras que não conheciam.)

### **Grupo 1 (Alunos 1, 2, 6, 7, 12, 23)**

Aluno 1: Chuva ácida é o quê?

Aluno 1: Acho que o problema é: Como se pode evitar a criação de chuva ácida?

Carina: Criar? Não soa bem.

### **Grupo 3 (Alunos 9, 18, 19, 20, 21, 22)**

Professora: Há alguma palavra que não conhecem?

Todos: Não.

Professora: Então digam-se só: o que é a chuva ácida?

Aluno 9: É uma chuva que tem pH abaixo de 7.

Professora: pH=7 é neutro; abaixo de 7 é ácido, ou seja, o limão, a laranja têm pH abaixo de 7. Acima de 7 é básico. E o que é que faz causar a chuva ácida, vocês sabem?

Aluno 18: Não sei, é o problema, não é?

Professora: Pode não ser. De que vos fala a notícia?

Aluno 20: Do ar poluído.

Professora: E o que é que a chuva ácida está a provocar?

Aluno 18: Está a poluir, a prejudicar, não é?

Professora: Não sei, se calhar é melhor procurarem mais informações sobre a chuva ácida.

## Transcrição dos Registos Áudio das Aulas Gravadas

**Data:** 2009/02/09

**Hora:** 10h15 (1ºTurno) e 11h00 (2ºTurno)

**Turma:** B

**Autor:** Vanda Delgado

**Local:** Lab CN

### **Tarefa: Conclusão da Parte 1 + Realização da Parte 2 da Actividade da Chuva Ácida**

#### **Grupo 1 (Alunos 2, 6, 7, 9, 10 e 11)**

Aluno 6: Quem não estava cá da outra vez?

Aluno 7: O Aluno 11 e o Aluno 10.

Aluno 11: Aluno 6, toca a explicar tudo.

Aluno 6: Vamos voltar a ler o texto.

(Aluno 11 leu em voz alta o texto e a primeira tarefa da parte 1)

Aluno 6: Nós da outra vez já tínhamos feito isto. Tens alguma palavra que não conheças? Alguma dúvida?

Aluno 11: Não.

Aluno 6: E tu Aluno 10? Sabes o que são chuvas ácidas?

Aluno 10: Não.

Aluno 11: Só sei que é uma chuva que é ácida.

Aluno 6: Vamos ver aqui ao livro a designação de chuva ácida. Portanto, neste rectângulo branco, vamos escrever chuva ácida e procurar.

Aluno 11: Mas não é uma chuva que é ácida?

Aluno 6: Sim, tem acidez.

Aluno 11: Mas isso vem a partir do quê?

Aluno 6: Designam-se chuvas ácidas todos os líquidos atmosféricos acidificados provenientes do transporte de longa distância de poluentes gasosos atmosféricos. As chuvas ácidas têm origem no dióxido de enxofre e óxidos de azoto, emitidos para a atmosfera pelas centrais termoelétricas e pelos veículos automóveis. Estas substâncias reagem na atmosfera com a água da chuva que produzem ácidos. Por acção do vento, a água da chuva é espalhada, atingindo estas zonas. Portanto, são quedas de líquidos ácidos causados pelo transporte de gases poluentes (dióxido de enxofre e óxidos de azoto).

(Aluno 6 leu a questão seguinte relativa à identificação do problema)

Aluno 7: O problema é as chuvas ácidas. Não te engasgues Aluno 6, precisamos de ti para responder.

Professora: Também podes usar a tua cabecita para pensar.

Aluno 7: Eu já disse! É as chuvas ácidas.

Professora: O problema é sempre o quê?

Aluno 6: É sempre uma questão.

Professora: Qual é a pergunta Aluno 7?

Aluno 7: Como podemos diminuir o número de chuvas ácidas?

Professora: É disso que fala o texto?

Aluno 11: Não.

Professora: Qual é o problema que está aí subjacente na notícia?

Aluno 11: O problema que as chuvas ácidas estão a ser para os monumentos.

Professora: Então agora coloquem isso sob a forma de uma pergunta.

Aluno 11: Como é que as chuvas ácidas prejudicam os monumentos?

Aluno 7: Agora temos de colocar uma hipótese.

Aluno 11: Pois, uma tentativa de resposta.

Em conjunto: Devido ao dióxido de enxofre e óxido de azoto os monumentos são corroídos.



Professora: Então agora vão testar a vossa hipótese. Vou dar-vos a parte 2 da ficha que corresponde ao protocolo experimental e vocês vão segui-lo. Podem vir para aqui e seguir passo a passo o que é pedido, registando os resultados que vão obtendo.

(Cumpriram todo o procedimento experimental sem dificuldades. Nesta actividade, o manuseamento das máquinas não suscitou qualquer dúvida, encontrando-se os elementos do grupo já familiarizados com esta ferramenta TIC. Enquanto aguardavam, de 2 em 2 minutos, pela recolha dos resultados, umas vezes discutiram os valores obtidos, mas noutras conversaram sobre assuntos não relacionados com a actividade nem com a disciplina.)

Nota: O aluno 9 faltou à aula.

### **Grupo 2 (Alunos 1, 3, 4, 5, 8 e 12)**

Professora: Qual é que é o problema?

Aluno 1: Como evitar essas chuvas?

Professora: Isto é uma questão de Português.

Aluno 1: Mas eu não sou bom a Português.

Professora: Vocês têm um texto com cinco linhas ou quatro. De que é que fala o texto?

Aluno 3: Sobre a chuva ácida.

Professora: E especificamente sobre o quê?

(O grupo voltou a ler a notícia)

Aluno 8: Fala sobre os seus efeitos nos monumentos de calcário e mármore.

Professora: Então qual é o problema?

Aluno 8: Como é que as chuvas ácidas afectam os monumentos feitos de calcário e mármore?

Aluno 1: Formula uma hipótese para o problema que enunciaste na questão anterior.

Aluno 3: A chuva ácida queima os monumentos.

Aluno 1: Desmorona os monumentos.

Aluno 8: Desmorona? Claro que não.

Aluno 8: Desgasta os monumentos.

(A professora entregou a parte 2 da ficha e os alunos, seguindo os passos enumerados, cumpriram o protocolo experimental sem dificuldades ou dúvidas. Registaram na tabela os dados, de 2 em dois minutos tal como pedido.)

Durante a realização da actividade, numa das deslocações ao grupo, salienta-se a seguinte discussão:

Professora: Em qual dos gobelés o pH deu mais ácido?

Aluno 8: No 2, o que tinha o vinagre.

Professora: E quanto mais baixo é o pH mais ...

Aluno 1: Mais ácido é.

(Determinaram seguidamente, sem dificuldade, a diferença de pH em cada um dos gobelés.)

### **Grupo 3 (Alunos 18, 19, 20, 21, 22 e 23)**

Aluno 21: Sublinha as palavras que não conheces.

Aluno 21: Calcário.

Aluno 21: A partir das informações fornecidas que problema ambiental identificas?

Aluno 21: Chuva Ácida.

Professora: Têm de olhar para aí e perceber qual é o problema.

Aluno 20: O que é que provoca as chuvas ácidas?

Professora: O que é que provoca? Isso é em que sentido, Aluno 20? O que é que queres dizer? É qual é a causa ou qual é a consequência?

Aluno 20: A causa da chuva ácida.

Professora: Vocês sabem o que é a chuva ácida? O que causa a chuva ácida já se sabe. O problema é sempre alguma coisa que ainda não se sabe. Se não sabem as causas, então essa é a vossa palavra difícil aí e devem ir pesquisar o que é chuva ácida. Têm o vosso manual aí?

Aluno 18: Sim.

Professora: Então duas pessoas procuram no manual e outras duas pode ir procurar noutros livros aqui da biblioteca ou na internet. Têm 10 minutos.

(Os alunos foram procurar e registaram as informações no espaço próprio da ficha)

Aluno 21: A chuva ácida pode também reagir com os desperdícios de gases libertados pelas centrais termoeléctricas, fábricas e carros. Esses gases podem ser levados a grandes distâncias pelo vento; depois precipitam-se sob a forma de ácido sulfúrico e ácido nítrico e chamam-se chuva ácida.

Professora: Então digam-se só: o que é a chuva ácida?

Nuno: É uma chuva que tem pH abaixo de 7.

Professora:  $\text{pH}=7$  é neutro; abaixo de 7 é ácido, ou seja, o limão, a laranja todos têm pH abaixo de 7.

Acima de 7 é básico. E o que é que faz causar a chuva ácida, vocês já sabem?

Aluno 18: Não sei, é o problema, não é?

Professora: Pode não ser. De que vos fala a notícia?

Aluno 20: Do ar poluído

Professora: E o que é que a chuva ácida está a provocar?

Aluno 18: Está a poluir, a prejudicar, não é?

Professora: Não sei, se calhar é melhor procurarem mais informações sobre a chuva ácida.

Aluno 18: Chuvas ácidas são quedas de líquidos atmosféricos acidificados, provenientes do dióxido de enxofre e óxido de azoto emitidos pelas centrais termoeléctricas e pelos automóveis.

Aluno 20: Vamos à 3.

Aluno 18: O que é que as chuvas ácidas fazem aos monumentos feitos de calcário?

Professora: E agora qual é a vossa hipótese?

Aluno 23/Aluno 18: Desgastam, corroem os monumentos.

Professora: Dois minutinhos e vamos começar a apresentar.

(Passos dois minutos...)

Professora: Vamos lá passar para a sala. Cada grupo coloca-se numa das bancadas e segue a parte 2, passo a passo, que tem o protocolo experimental.

(Os alunos seguiram cada uma das etapas, tendo todos os elementos participado na realização da mesma, de forma rotativa e discutido os procedimentos sobretudo os respeitantes às orientações com as máquinas de calcular gráficas.)

(A procedimento experimental foi realizado em 20 minutos.)

(A professora apenas supervisionou, não tendo sido necessária grande intervenção de ajuda aos alunos, pois eles não sentiram dificuldades.)

#### **Grupo 4 (Alunos 13, 14, 15, 16, 17 e 24)**

Os alunos leram o texto e viram que não sabiam o que era chuva ácida e foram procurar em sites da internet.

Professora: O que é que descobriram?

Aluno 17: Nós descobrimos qual o significado de chuva ácida. Os gases libertados pelas fábricas e pelos carros vão para a atmosfera e quando cai chuva, a água vem com ácido sulfúrico e ácido nítrico e então depois a chuva é ácida. Essa água quando cai nos rios e nos lagos, estes vão ficando infectados.

Professora: Tendo em conta essas informações e aquilo de que fala a notícia, têm que perceber qual o problema ambiental que aí está. E como é que se formula um problema?

Aluno 24: É uma pergunta.

Professora: Vamos lá então.

Aluno 24: Vamos ler outra vez a notícia.

Professora: De que é que fala o texto?

Aluno 24: Da chuva ácida e o que ela provoca. Que está a afectar os monumentos feitos de calcário.

Professora: Então qual é o vosso problema?

Aluno 16: A destruição dos monumentos.

Aluno 24: Quais são as consequências.

Professora: do quê?

Aluno 15: Da chuva ácida.

Professora: Onde?

Aluno 15: Nos monumentos feitos de calcário.

Aluno 24: Vá, vamos lá fazer isto. Qual é que é a pergunta então?

Aluno 17: De que forma é que a chuva ácida está a afectar os monumentos e as calçadas feitas de calcário?

Formula uma hipótese para o problema que enunciaste na questão anterior.

Aluno 15: Uma hipótese é uma possível resposta, né?

Aluno 24: Sim.

Aluno 17: Esta chuva ácida vai desgastando os monumentos de calcário.

(A professora distribuiu a parte 2 da ficha de trabalho)

Professora: Começar a ler os passos indicados e começar a fazer.

(Aluno 24 leu a introdução da parte 2, bem como o material por grupo e seguidamente começou a ler cada uma das etapas do procedimento experimental)

(Seguiram correctamente os passos indicados e já não revelaram qualquer dificuldade no manuseamento dos sensores, máquinas calculadoras gráficas e CBL. Registaram os resultados de 2 em 2 minutos.)

Professora: Vamos à discussão geral.

Aluno 16: O que é que vocês responderam na primeira pergunta?

Aluno 16: Dióxido de carbono e vapor de água.

Aluno 3: Dióxido de carbono, vapor de água e fonte de luz.

Professora: Ora bem, a fonte de luz estava aplicada sobre os dois gobelés ou só sobre um?

Aluno 5: Sobre os dois.

Professora: E o dióxido de carbono e o vapor de água?

Todos: Só sobre um.

Professora: Então quais foram os factores que influenciaram mais?

Todos: Foi o vapor de água e o dióxido de carbono, porque foi o que variou.

Professora: Vamos à segunda. Podem começar.

Aluno 3: Estabelece a correspondência entre os elementos utilizados na experiência e o efeito de estufa que se observa no nosso planeta. O Papel autocolante era a Atmosfera; a Fonte de Calor era o Sol e o Gobelé era a Terra.

Professora: E o que é que vocês puseram?

Aluno 16: Não pusemos isso.

Professora: Então o que puseram?

Aluno 16: O gobelé 1 foi onde a diferença de temperatura foi maior porque continha dióxido de carbono e vapor de água.

Professora: Não é isso que é pedido. É pedida a correspondência entre os elementos de um lado e doutro. A deles está correcta. Vamos lá corrigir. Portanto, o papel autocolante é a atmosfera; o candeeiro vai ser o quê?

Aluno 16: O Sol .

Professora: E o gobelé é ..

Aluno 24: A Terra.

Professora: E Terra escreve-se como?

Aluno 16: Com letra maiúscula.

Professora: Já vos digo isto desde a segunda aula do 7º ano e mesmo assim, ainda não devo ter dito vezes suficientes. Ora a terceira, Aluno 16.

Aluno 16: Que relação podemos estabelecer entre os resultados obtidos na experiência e o aumento dos gases de estufa na atmosfera? O vapor de água e o dióxido de carbono formaram uma barreira que deixava os raios solares entrar, mas não os deixava sair, a maioria.

Professora: Então e o que é que se passou na experiência que fizemos aqui?

Aluno 16: É que o dióxido de carbono e o vapor de água formaram uma barreira e depois a luz entrava, mas como os raios já não conseguiam sair, a temperatura aumentava.

Professora: E vocês o que é que puseram?

Aluno 5: O nosso está mal.

Professora: Não sei, vamos ver.

Aluno 3: Na experiência realizada, alguns gases permanecem e outros saem. É o mesmo que está acontecer na atmosfera, dando-se assim a uma acumulação de gases.

Professora: Por que é que vocês dizem que alguns gases ficaram e outros saíram?

Aluno 5: Porque a temperatura foi diminuindo no final.

Professora: E por que é que foram saindo alguns gases e a temperatura foi diminuindo?

Aluno 5: Por causa que o buraco aberto estava maior do que devia e porque o papel autocolante devia ter algumas fugas.

Professora: Apesar de no final ter diminuído, o que é que inicialmente aconteceu no gobelé 1?

Aluno 3: Aumentou mais do que no 2: no 1 variou 1,7 e no 2 apenas 1,3 °C.

Professora: E porque é que isso aconteceu?

Aluno 8: Porque tinha os gases.

Professora: E o que fazem os gases? O Aluno 16 disse à bocadinha.

Aluno 8: Fazem uma barreira, impedindo que muitos dos gases que entrem voltem a sair.

Professora: Vá Aluno 16 dita lá a vossa resposta para eles acrescentarem.

(O aluno ditou a resposta)

Aluno 3: Que relação poderá existir entre o aumento da quantidade de gases de estufa na atmosfera e o aquecimento global na Terra? E entre o aquecimento global na Terra e as alterações climáticas? A relação que poderá existir entre o aumento da quantidade de gases de estufa na atmosfera e o aquecimento global na Terra é porque aumenta a temperatura (aquecimento global) devido à acumulação de gases que vai interferir nas alterações climáticas.

Professora: Então e vocês o que é que responderam?

Aluno 16: A relação que existe é que os gases que retêm os raios na atmosfera terrestre não os deixam sair, fazendo com que a temperatura aumente e possa haver alterações climáticas.

Professora: Será que o efeito de estufa é o único factor que provoca o aquecimento global e as alterações climáticas?

Aluno 24: Pois, essa era a nossa questão inicial.

Professora: Esta experiência permite-vos saber se é o único ou não?

Todos: Não.

Professora: O que é que esta experiência permite saber?

Aluno 17: Que ele é um dos que contribui para o aquecimento global, porque faz de barreira à saída dos gases, levando a um aumento da temperatura, que por sua vez poderá ajudar às alterações climáticas.

Professora: Muito bem!

Professora: Agora a última, Aluno 16.

Aluno 16: A nossa previsão inicial estava correcta, mas o efeito de estufa afecta mais o planeta Terra do que nós pensávamos inicialmente.

Professora: E qual era a vossa previsão inicial?

Aluno 16: O efeito de estufa causa o aquecimento global mas só um pouco, pois poderão existir mais fenómenos que contribuam para esta causa.

Professora: Então e a que conclusão chegam?

Aluno 16: Que a nossa hipótese estava correcta, mas só em parte.

Professora: E vocês o que é que tinham posto?

Aluno 3: Nada.

Professora: Qual era o vosso problema?

Aluno 3: O efeito de estufa é o único factor que está a contribuir para o aquecimento global?

Professora: E esta experiência permite-vos responder a este problema?

Aluno 3: Não.

Professora: Então qual era o verdadeiro problema desta experiência? Esta experiência apenas vos permite ver se é um dos factores. Para isso, teríamos de ir estudar outros factores para depois compararmos. Só vamos estudar mais um factor que está relacionado com a poluição atmosférica. Alguma dúvida na actividade?

Todos: Não.

## **Transcrição dos Registos Áudio das Aulas Gravadas**

**Data:** 2009/02/12

**Hora:** 14h30 (turma toda)

**Turma:** B

**Autor:** Vanda Delgado

**Local:** Sala 12

### **Tarefa: Síntese Final da Actividade da Chuva Ácida**

#### **Grupo 1 (Alunos 2, 6, 7, 8, 10 e 11)**

Aluno 6: Qual foi o efeito da acidez da água sobre a amostra de calcário?

Aluno 7: A água começou a ter mais pH.

Telma: Mas o que fez a acidez da água ao calcário?

Aluno 7: Estragou-se.

Aluno 6: Por que razão o traçado do gráfico referente ao gobelé 2 mudou após a introdução do calcário?

Aluno 7: Porque o calcário começou a absorver a acidez da água. Mas, por exemplo, os edifícios podem ser revestidos com um material que não deixe a chuva corroer, ou não.

Aluno 6: Para este teste vais estudar pelas fichas?

Aluno 7: Isso agora não interessa.

Aluno 6: Se a recolha do pH continuasse durante mais 10 minutos, o que achas que aconteceria ao valor do pH?

Aluno 7: Aumentava ainda mais.

Aluno 6: Com base nos resultados obtidos, qual será o efeito das chuvas ácidas nos monumentos feitos de calcário?

Aluno 6+Aluno 7: As chuvas ácidas vão corroer, desintegrar o calcário. Mas devia haver alguma coisa que não deixasse isto acontecer, como o calgonit ou calgon, por exemplo. (Riram todos)

Aluno 6: Compara os resultados obtidos com a tua previsão inicial.

(Foram reler o problema: Como é que as chuvas ácidas prejudicam os monumentos feitos de calcário e mármore? e a hipótese: Devido ao nível de acidez que provocam destruição.)

Aluno 6: Os resultados estão de acordo com a previsão inicial.

Aluno 6: Nesta actividade tiveste a oportunidade de investigar o efeito das chuvas ácidas nos monumentos feitos de calcário ou mármore. Prevê agora que efeito tem as chuvas ácidas sobre a vegetação e sobre as cadeias alimentares.

Aluno 7: Pode extinguir-se vários animais e plantas e depois as cadeias alimentares são afectadas.

Professora: O que vai acontecer à água dos lagos?

Aluno 7: Vai ficar ácida e os peixes vão morrer.

Professora: E na vegetação?

Aluno 7: Vão morrer queimadas e depois os animaizinhos (não completou a frase)

Aluno 6: Na vegetação, vão queimar a vegetação, influenciando assim as cadeias alimentares.

(Aluno 7 foi escolhido para porta-voz, Aluno 2 e Aluno 10 faltaram à aula)

### **Grupo 2 (Alunos 1, 3, 4, 5, 9 e 12)**

(Tentaram responder às questões apresentadas na ficha)

Aluno 3: Ao longo dos 10 minutos, o pH dentro dos gobelés aumentou ou diminuiu?

Aluno 1: O pH aumentou.

Aluno 1: Por que razão o traçado do gráfico referente ao gobelé 2 mudou após a introdução do calcário?

Aluno 7: Porque o calcário fez aumentar o pH.

Aluno 1: Se a recolha do pH continuasse durante mais 10 minutos, o que achas que aconteceria ao valor do pH?

Aluno 3: Continuava a aumentar.

Aluno 1: Com base nos resultados obtidos, qual será o efeito das chuvas ácidas nos monumentos feitos de calcário?

Aluno 7 + Aluno 1: Desgastam os monumentos.

Aluno 1: Compara os resultados obtidos com a tua previsão inicial.

Aluno 7: É igual à previsão inicial.

Aluno 1: Nesta actividade tiveste a oportunidade de investigar o efeito das chuvas ácidas nos monumentos feitos de calcário ou mármore. Prevê agora que efeito tem as chuvas ácidas sobre a vegetação e sobre as cadeias alimentares.

Aluno 3: É destrutiva.

Aluno 1: A chuva destrói a vegetação, que por sua vez vai afectar as cadeias alimentares, pois vai diminuir a quantidade de vegetação e os animais vão ficar sem alimento.

(Aluno 3 eleita o porta-voz)

(Passou-se à apresentação das conclusões pelos porta-vozes de cada grupo)

Professora: Muito bem, Aluno 7, vamos à primeira pergunta.

Aluno 7: Por que razão o traçado do gráfico referente ao gobelé 2 mudou após a introdução do calcário?

Nós pusemos: porque o calcário absorveu o vinagre (o ácido), introduzido no gobelé 2.

Professora: O que é que vocês escreveram, Aluno 3?

Aluno 3: Porque o calcário fez aumentar o pH. E porque é que fez aumentar?

Professora: Porque começou a absorver a reagir com o vinagre que tinha sido introduzido.

Aluno 3: Se a recolha do pH continuasse durante mais 10 minutos, o que achas que aconteceria ao valor do pH? Continuava a aumentar.

Professora: E vocês o que é que puseram?

Aluno 7: Que aumentava ainda mais.

Aluno 7: Com base nos resultados obtidos, qual será o efeito das chuvas ácidas nos monumentos feitos de calcário? De acordo com os resultados, as chuvas ácidas irão corroer, desintegrar os monumentos.

Professora: Aluno 3, o que é que vocês puseram?

Aluno 3: As chuvas ácidas desgastam os monumentos de calcário. Quarta: Compara os resultados obtidos com a tua previsão inicial. Os resultados obtidos são iguais à previsão inicial.

Professora: E vocês?

Aluno 7: Também.

Professora: Cinco, Aluno 7.

Aluno 6: Nesta actividade tiveste a oportunidade de investigar o efeito das chuvas ácidas nos monumentos feitos de calcário ou mármore. Prevê agora que efeito têm as chuvas ácidas sobre a vegetação e sobre as cadeias alimentares. Nós pusemos: Na vegetação, as chuvas ácidas irão queimar, matar a vegetação, influenciando assim as cadeias alimentares.

Professora: E vocês?

Aluno 3: A chuva ácida destrói a vegetação, o que vai prejudicar as cadeias alimentares, ao diminuir a quantidade de vegetação.

Professora: E ao nível dos lagos, o que é que vai acontecer?

Aluno 1: Os lagos vão ficar tóxicos. A água vai ficar ácida, abaixo de 7.

Professora: Inicialmente qual era o vosso pH?

Aluno 6: Era à volta de 4.

Aluno 3: O nosso era 3,4 no gobelé 2.

Professora: A água da torneira tem um pH próximo de 7. Então, se adicionarmos um ácido água, o pH vai baixar para valores de 3, 4, 5. Então o que é que iria acontecer aos lagos?

Aluno 1: Iriam ficar com pH baixo e os peixinhos morreriam.

Aluno 3: E os animais morreriam ao ir beber essa água.

### **Grupo 3 (Alunos 18, 19, 20, 21, 22 e 23)**

(Completaram o último item da Tabela, fazendo os cálculos necessários. Seguidamente tentaram responder às questões apresentadas na ficha.)

Aluno 19: Ao longo dos 10 minutos, o pH dentro dos gobelés aumentou ou diminuiu?

Aluno 21: Aumentou.

Aluno 18: Qual foi o efeito da acidez da água sobre a amostra de calcário?

(não responderam à questão)

Aluno 18: Por que razão o traçado do gráfico referente ao gobelé 2 mudou após a introdução do calcário?

Aluno 21: Sei lá.

(também não responderam a esta questão)

Aluno 19: Professora, não percebemos aqui a primeira pergunta.

Professora: Passem à frente que eu já vou aí.

Aluno 19: Se a recolha do pH continuasse durante mais 10 minutos, o que achas que aconteceria ao valor do pH?

Aluno 18: Aumentava ainda mais ao longo dos 10 minutos.

Aluno 18: Com base nos resultados obtidos, qual será o efeito das chuvas ácidas nos monumentos feitos de calcário?

Aluno 20: Desgasta os monumentos.

Aluno 20: Compara os resultados obtidos com a tua previsão inicial. Os resultados obtidos são semelhantes à previsão inicial.

(Discutiram quem seria o porta-voz, tendo sido escolhido o Aluno 18)

Professora: Qual é a vossa dúvida?

Aluno 19: A pergunta 1- Por que razão o traçado do gráfico referente ao gobelé 2 mudou após a introdução do calcário?

Professora: Então, têm de pensar o que é que o calcário fez.

(Os alunos voltaram a passar esta questão à frente)

Aluno 18: Nesta actividade tiveste a oportunidade de investigar o efeito das chuvas ácidas nos monumentos feitos de calcário ou mármore. Prevê agora que efeito tem as chuvas ácidas sobre a vegetação e sobre as cadeias alimentares.

(Falaram sobre outros assuntos e não responderam a esta questão)

#### **Grupo 4 (Alunos 13, 14, 15, 16, 17 e 24)**

(Os alunos tentaram responder às questões apresentadas na ficha)

Aluno 17: Ao longo dos 10 minutos, o pH dentro dos gobelés aumentou ou diminuiu?

Aluno 14 + Aluno 17: Aumentou.

Aluno 17: Qual foi o efeito da acidez da água sobre a amostra de calcário?

Aluno 24: Aumentou ainda mais o pH.

Aluno 24: Por que razão o traçado do gráfico referente ao gobelé 2 mudou após a introdução do calcário?

Aluno 14: Essa, eu não sei. O que é o pH?

Aluno 16: É o nível de acidez na água.

Aluno 14: Acidez, o que é isso de acidez?

Aluno 16: A água é mais ácida se o pH for abaixo de 7.

Aluno 17: Talvez porque as chuvas ácidas ...

Aluno 24: Aluno 16, ajuda lá! Tu percebes disto. Por que razão o traçado do gráfico referente ao gobelé 2 mudou após a introdução do calcário?

Aluno 16: Porque o calcário fez com que a acidez da água aumentasse.

Aluno 17: As chuvas ácidas é que desgastam o calcário, não é?

Aluno 24: Com base nos resultados obtidos, qual será o efeito das chuvas ácidas nos monumentos feitos de calcário?

Aluno 24: Desgastam.

Aluno 16: Desgastam, claro.

Aluno 24: Se a recolha do pH continuasse durante mais 10 minutos, o que achas que aconteceria ao valor do pH?

Aluno 17 + Aluno 24: Continuará a subir.

Aluno 24: Compara os resultados obtidos com a tua previsão inicial.

Aluno 14: Está aqui! É isto (Foram ler novamente a previsão inicial que tinham formulado)

Aluno 24: Os resultados que obtivemos batem certo com a nossa previsão.

Aluno 24: Nesta actividade tiveste a oportunidade de investigar o efeito das chuvas ácidas nos monumentos feitos de calcário ou mármore. Prevê agora que efeito tem as chuvas ácidas sobre a vegetação e sobre as cadeias alimentares.

Aluno 17+Aluno 24: Tornam os lagos e os rios mais poluídos, fazendo assim com que desapareçam espécies. Ao nível da vegetação, as plantas morrem e desaparecem animais herbívoros.

(Aluno 15 foi escolhido para porta-voz)

Professora: Vamos começar a síntese desta actividade. Primeira pergunta. Lê Aluno 21.

Aluno 21: Por que razão o traçado do gráfico referente ao gobelé 2 mudou após a introdução do calcário?

Porque o calcário fez com que o pH da água aumentasse.

Professora: Porquê? Qual é o mineral do calcário? Nós estudamos isso no ano passado: vimos que o calcário é constituído por um mineral, que era a ...

Aluno 16: Calcite.

Professora: Muito bem. Então a calcite é o quê? É carbonato de cálcio. Vai reagir e fazer com que o pH aumente. O que é que vocês responderam?

Aluno 15: Não conseguimos responder.

Professora: E na segunda Aluno 21 o que responderam?

Aluno 21: Iria continuar a aumentar.

Professora: E vocês?

Aluno 15: Que continuaria a subir.

Professora: Terceira.

Aluno 21: O efeito das chuvas ácidas nos monumentos é que desgasta.

Aluno 24: Desgasta os monumentos:

Professora: Pergunta 4. Começa Aluno 24.



Aluno 24: Os resultados que obtivemos batem certo com a nossa previsão inicial.

Professora: E qual era a vossa previsão inicial?

Aluno 24: Que desgastava os monumentos.

Professora: E vocês o que puseram?

Aluno 21: Os resultados obtidos são semelhantes à previsão inicial.

Professora: Vamos à última, Aluno 24.

Aluno 24: As chuvas ácidas tornam os lagos e rios mais poluídos, fazem com que a vegetação fique danificada e os animais herbívoros ficam sem alimento.

Professora: Os lagos ficam mais poluídos, a palavra certa não é essa. O que é que vai acontecer ao pH desses lagos?

Aluno 16: Aumenta.

Professora: Se estás a colocar lá ácido vai aumentar? Quando é que um pH é ácido?

Aluno 24: Quando é abaixo de 7. Então se a chuva está ácida, o que vai acontecer ao pH do lago?

Aluno 16: Vai diminuir.

Professora: E o que é que isso vai provocar nas cadeias alimentares?

Aluno 16: Extinção de animais.

Aluno 18: Porque as plantas ficam danificadas e os herbívoros deixam de ter alimento e assim sucessivamente.



## **ANEXO 9**

### **Critérios de Correção do Pré e Pós-teste**

**(Respostas Cientificamente Aceites/Procedimentos Correctos)**



### Critérios de Correção do Pré e Pós-teste

QUESTÕES	RESPOSTAS CIENTIFICAMENTE ACEITES/ PROCEDIMENTOS CORRECTOS	COTAÇÃO	TOTAL
1.	a) Efeito de Estufa b) Maré negra/Poluição da água c) Chuva ácida. Caso o aluno responda poluição do ar atribuir apenas metade da cotação.	3 x 2	6 pontos
2.			
2.1.	Deverá ser referido que a as três regiões que produzem mais dióxido de carbono são: EUA, China e Europa de Leste. Por cada região correcta indicada contar 1 ponto.	3 x 1	3 pontos
2.2.	Deverá ser referida que são essas as regiões, uma vez que correspondem àquelas cujas barras no gráfico são maiores.		4 pontos
2.3.	Deverá ser referido que os países com maior grau de industrialização correspondem aos principais emissores de dióxido de carbono, por terem mais indústrias. No caso do Japão, apesar de ser muito industrializado, já utilizam filtros nas fábricas que evitam a emissão de CO <sub>2</sub> , daí a barra no gráfico ser tão baixa.		8 pontos
2.4.	As opções correctas são: a), b) e d) Por cada opção correctamente assinalada contar 1 ponto.	3 x 1	3 pontos
2.5.1.	Deverá ser referido que a afirmação está correcta, uma vez que o efeito de estufa permite a existência de temperaturas médias moderadas, compatíveis com as formas de vida que existem actualmente na Terra. Caso contrário, a temperatura média da Terra seria de – 18°C. No entanto, as quantidades de gases de estufa estão a aumentar drasticamente, o que provoca uma maior retenção de energia e calor na Terra e assim torna-se prejudicial, trazendo consequências negativas.		8 pontos
2.5.2.	Deverá ser mencionado que o aumento dos gases de estufa na atmosfera impede que parte da radiação que atravessou a atmosfera volte a sair, reflectindo-se para a superfície, o que leva a um aumento da temperatura na superfície terrestre. Como tal, possivelmente será um dos factores responsáveis pelo aquecimento global e consequentemente pelas alterações climáticas que estão a ocorrer no nosso planeta.		8 pontos
3.			
3.1.	A opção correcta é a a).		2 pontos
3.2	A opção correcta é a d).		2 pontos
3.3.	Pela observação da imagem, deverá ser indicado que os principais gases responsáveis pela formação das chuvas ácidas são o óxido de azoto e o óxido de enxofre.	2 + 2	4 pontos
<b>A TRANSPORTAR ..... 48 pontos</b>			

QUESTÕES	RESPOSTAS CIENTIFICAMENTE ACEITES/ PROCEDIMENTOS CORRECTOS	COTAÇÃO	TOTAL
<b>TRANSPORTE ..... 48 pontos</b>			
3.4.1.	Deverá ser referido que as chuvas ácidas provocam a corrosão dos monumentos feitos de calcário.		4 pontos
3.4.2.	Os alunos deverão mencionar que as chuvas ácidas queimam a vegetação.		4 pontos
3.4.3.	Deverá ser mencionado que as cadeias alimentares vão ficar afectadas, uma vez que desaparecendo algumas espécies produtoras (plantas), os consumidores primários deixarão de ter alimento disponível e consequentemente os consumidores de ordens seguintes também serão prejudicados.		4 pontos
4.			
4.1.	Qual a acção dos raios ultra-violeta sobre o nascimento das salamandras e das rãs?		5 pontos
4.2.	Os alunos deverão referir que as radiações ultravioleta que chegaram às caixas do lote 2 impediram o desenvolvimento dos ovos decorresse normalmente e, por isso, a percentagem de indivíduos nascidos é menor.		5 pontos
4.3.	Os alunos deverão mencionar que o lote 3 serve de controlo.		5 pontos
5.			
5.1.	Os alunos deverão referir que o problema que surgiu foi: Por que razão terão estes três elementos de uma família ficado doentes?		5 pontos
5.2.	Os alunos deverão referir que estas pessoas ficaram doentes devido a terem bebido água do ribeiro local.		5 pontos
5.3.	Deverá ser mencionado que para testar a hipótese formulada mandar-se-ia fazer uma análise à água do ribeiro.		5 pontos
6.	Os alunos deverão construir o gráfico correspondente aos dados.		10 pontos
<b>TOTAL ..... 100 pontos</b>			

## **ANEXO 10**

### **Pontuações Obtidas no Pré-Teste e Pós-Teste pelos Grupos Controlo e Experimental**









## **ANEXO 11**

### **Tratamento dos Resultados Obtidos no Pré-Teste através do $t$ -teste**



## TRATAMENTO DOS RESULTADOS OBTIDOS NO PRÉ-TESTE

### Pré-Teste

Comparação de uma turma controle com uma turma experimental

X1 - Turma A

X2 - Turma B

	x1	x2	Desvio (x1)	D² (X1)	Desvio (x2)	D² (X2)
1	34,0	33,0	-2,39	5,718	-3,50	12,250
2	48,0	24,0	11,61	134,762	-12,50	156,250
3	34,0	30,0	-2,39	5,718	-6,50	42,250
4	21,0	39,0	-15,39	236,892	2,50	6,250
5	38,0	26,5	1,61	2,588	-10,00	100,000
6	32,0	69,0	-4,39	19,284	32,50	1056,250
7	31,5	47,0	-4,89	23,925	10,50	110,250
8	60,0	31,0	23,61	557,371	-5,50	30,250
9	25,5	36,0	-10,89	118,621	-0,50	0,250
10	35,0	6,0	-1,39	1,936	-30,50	930,250
11	42,0	38,0	5,61	31,457	1,50	2,250
12	26,0	22,0	-10,39	107,979	-14,50	210,250
13	71,0	18,0	34,61	1197,762	-18,50	342,250
14	35,0	26,0	-1,39	1,936	-10,50	110,250
15	49,5	44,5	13,11	171,838	8,00	64,000
16	19,0	54,0	-17,39	302,457	17,50	306,250
17	60,0	70,5	23,61	557,371	34,00	1156,000
18	20,0	43,0	-16,39	268,675	6,50	42,250
19	58,0	21,0	21,61	466,936	-15,50	240,250
20	23,0	62,0	-13,39	179,327	25,50	650,250
21	37,0	26,0	0,61	0,371	-10,50	110,250
22	29,5	30,5	-6,89	47,490	-6,00	36,000
23		29,0			-7,50	56,250
24	8,0	36,5	-28,39	806,066	0,00	0,000
Média	36,3913	36,5000	$\sum$	5246,478	$\sum$	5678,500

$$n_1 = 23 \quad n_2 = 24$$

Variancia	$S_1^2 =$	228,11
	$S_2^2 =$	236,60

$S_0^2 =$	232,450
$EPM_0 =$	4,544

t =	-0,02392
gl =	45
t <sub>0</sub> =	1,679

Se o teste for **bicaudal**, verificar o valor de t<sub>0</sub> na coluna de 5% na [tabela de t](#)

$$-t_0 < t < +t_0$$

$$t < -t_0 \quad -1,679$$

$$-0,0239$$

$$t > +t_0$$

**Conclusão:** Como o valor de t (-0,0239) se encontra entre -1,679 e 1,679 não há diferenças estatisticamente significativas entre as turmas A e B.

Aceita-se a Hipótese Nula



## **ANEXO 12**

### **Tratamento dos Resultados Obtidos no Pós-Teste através do $t$ -teste**





## TRATAMENTO DOS RESULTADOS OBTIDOS NO PÓS-TESTE

### Pós-Teste

Comparação de uma turma controle com uma turma experimental

X1 - Turma A

X2 - Turma B

	x1	x2	Desvio (x1)	D² (X1)	Desvio (x2)	D² (X2)
1	61,0	97,0	-6,93	48,050	29,17	850,694
2	94,0	50,0	26,07	679,550	-17,83	318,028
3	51,5	56,0	-16,43	270,005	-11,83	140,028
4	53,5	57,0	-14,43	208,277	-10,83	117,361
5	93,0	51,0	25,07	628,414	-16,83	283,361
6	51,0	100,0	-16,93	286,686	32,17	1034,694
7	67,0	92,0	-0,93	0,868	24,17	584,028
8	74,5	68,0	6,57	43,141	0,17	0,028
9	51,0	55,0	-16,93	286,686	-12,83	164,694
10	71,5	37,0	3,57	12,732	-30,83	950,694
11	48,0	59,0	-19,93	397,277	-8,83	78,028
12	75,0	57,5	7,07	49,959	-10,33	106,778
13	87,5	63,0	19,57	382,914	-4,83	23,361
14	47,0	85,0	-20,93	438,141	17,17	294,694
15	85,0	53,5	17,07	291,323	-14,33	205,444
16	76,5	73,0	8,57	73,414	5,17	26,694
17	94,0	89,0	26,07	679,550	21,17	448,028
18	49,5	100,0	-18,43	339,732	32,17	1034,694
19	79,0	40,0	11,07	122,505	-27,83	774,694
20	65,5	89,0	-2,43	5,914	21,17	448,028
21	58,5	67,0	-9,43	88,959	-0,83	0,694
22	61,0	87,0	-6,93	48,050	19,17	367,361
23		32,0			-35,83	1284,028
24		70,0			2,17	4,694
Média	67,9	67,8	$\Sigma$	5382,148	$\Sigma$	7884,750

$n_A = 22$      $n_B = 24$

Variação	$S_A^2 =$	244,64
	$S_B^2 =$	328,53

$S_d^2 =$	288,4108
$EPM_D =$	5,0126

t =	0,0196
gl =	44
tc =	1,680

Se o teste for **bicaudal**, verificar o valor de tc na coluna de 5% na [tabela de t](#).

- tc < t < + tc

t < -tc      -1,68

0,0196

t > + tc

**Conclusão:** Como o valor de t (0,0196) se encontra entre -1,680 e 1,680 não há diferenças estatisticamente significativas entre as turmas A e B.

Aceita-se a Hipótese Nula



## **ANEXO 13**

### **Tratamento dos Resultados Obtidos nos Pré e Pós-Teste da Turmas A através do $t$ -teste**



## TRATAMENTO DOS RESULTADOS OBTIDOS NO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE DA TURMA A

Comparação dos Resultados obtidos nos Pré e Pós-Teste pelo Grupo Controlo (Turma A)

Número de pares = 22 Turma A GC

Pares	x1	x2	d = x1 - x2	d <sup>2</sup>
1	34,0	61,0	27,0	729,00
2	48,0	94,0	46,0	2116,00
3	34,0	51,5	17,5	306,25
4	21,0	53,5	32,5	1056,25
5	38,0	93,0	55,0	3025,00
6	32,0	51,0	19,0	361,00
7	31,5	67,0	35,5	1260,25
8	60,0	74,5	14,5	210,25
9	25,5	51,0	25,5	650,25
10	37,5	71,5	34,0	1156,00
11	42,0	48,0	6,0	36,00
12	26,0	75,0	49,0	2401,00
13	71,0	87,5	16,5	272,25
14	37,5	47,0	9,5	90,25
15	49,5	85,0	35,5	1260,25
16	19,0	76,5	57,5	3306,25
17	60,0	94,0	34,0	1156,00
18	20,0	49,5	29,5	870,25
19	58,0	79,0	21,0	441,00
20	23,0	65,5	42,5	1806,25
21	39,5	58,5	19,0	361,00
22	29,5	61,0	31,5	992,25

Total	836,5	1494,5	658,0	23863,00
Média	38,0	67,9		

$$d \text{ médio} = \Sigma d / n = 29,91$$

$$\text{erro da média} = sd = \text{Raiz}(\Sigma d^2 - [(\Sigma d)^2 / n] / (n*(n-1)))$$

$$sd = \text{raiz } 9,054 \text{ portanto, } sd = 3,0089$$

$$t = 9,9401 \quad GL = 21 \quad tc = 1,7210$$

Se o teste for **bicaudal**, verificar o valor de tc na coluna de 5% na [tabela de t](#)

$$t < -tc \quad -1,721 \quad -tc < t < +tc \quad 9,9401 \quad t > +tc$$

**Conclusão:** Como o valor obtido não se encontra entre -1,717 e 1,717 REJEITA-SE a hipótese nula.



## **ANEXO 14**

### **Tratamento dos Resultados Obtidos nos Pré e Pós-Teste da Turma B através do $t$ -teste**





## TRATAMENTO DOS RESULTADOS OBTIDOS NO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE DA TURMA B

Comparação dos Dados obtidos nos Pré e Pós-Teste pelo Grupo Experimental (Turma B)

Número de pares = 24 Turma B GE

Pares	x1	x2	d = x1-x2	d²
1	33,0	97,0	64,0	4096,00
2	24,0	50,0	26,0	676,00
3	30,0	56,0	26,0	676,00
4	39,0	57,0	18,0	324,00
5	27,0	51,0	24,0	576,00
6	69,0	100,0	31,0	961,00
7	47,0	92,0	45,0	2025,00
8	31,0	68,0	37,0	1369,00
9	36,0	55,0	19,0	361,00
10	6,0	37,0	31,0	961,00
11	38,0	59,0	21,0	441,00
12	22,0	57,5	35,5	1260,25
13	18,0	63,0	45,0	2025,00
14	26,0	85,0	59,0	3481,00
15	45,0	53,5	8,5	72,25
16	54,0	73,0	19,0	361,00
17	71,0	89,0	18,0	324,00
18	43,0	100,0	57,0	3249,00
19	21,0	40,0	19,0	361,00
20	62,0	89,0	27,0	729,00
21	26,0	67,0	41,0	1681,00
22	28,0	87,0	59,0	3481,00
23	29,0	32,0	3,0	9,00
24	37,0	70,0	33,0	1089,00

Total	882,0	1628,0	766,0	30588,50
Média	36,9	67,8		

$$d \text{ médio} = \Sigma d / n = 31,92$$

$$\text{erro da média} = sd = \text{Raiz}(\Sigma d^2 - [(\Sigma d)^2 / n] / (n*(n-1)))$$

$$sd = \text{raiz } 11,124 \text{ portanto, } sd = 3,3352$$

$$t = 9,5695 \quad GL = 23 \quad tc = 1,7140$$

Se o teste for **bicaudal**, verificar o valor de tc na coluna de **5%** na [tabela de t](#).

$$t < -tc \quad -1,714 \quad -tc < t < +tc \quad 9,5695 \quad t > +tc$$

**Conclusão:** Como o valor obtido não se encontra entre -1,714 e 1,714 REJEITA-SE a hipótese nula.



# APÊNDICES



## **APÊNDICE 1**

### **Escala Utilizada na Discriminação de Categorias Profissionais**



## ESCALA UTILIZADA NA DISCRIMINAÇÃO DE CATEGORIAS PROFISSIONAIS

- 1 (a) *Trabalhadores manuais não especializados*, isto é, trabalhadores que executam tarefas indiferenciadas, requerendo o uso da força física, ou que fazem trabalho mecânico de rotina.  
(Exemplos: operários fabris, serventes da construção civil, etc.).
- (b) *Trabalhadores de serviços não especializados, sem função de supervisão*, isto é, trabalhadores por conta de outrem que desempenham serviços não especializados com carácter de rotina.  
(Exemplos: motoristas, porteiros, carteiros, empregados de mesa, cozinheiras, empregadas domésticas, telefonistas, empregados de balcão, amas, etc.).
- 2 (a) *Trabalhadores manuais especializados e qualificados com e sem função de supervisão*, isto é, trabalhadores por conta de outrem que executam tarefas manuais especializadas na construção civil, fábricas, laboratórios ou serviços.  
(Exemplos: torneiros mecânicos, mecânicos de automóveis, electricistas, carpinteiros, sapateiros, costureiras, etc.).
- (b) *Trabalhadores de serviços não especializados com função de supervisão*, isto é, trabalhadores por conta de outrem que, executando tarefas não especializadas, são responsáveis pelo serviço que desempenham.  
(Exemplos: alguns empregados de balcão, vigilantes de escolas, etc.).
- (c) *Trabalhadores não especializados, por conta própria*, isto é, trabalhadores que, executando tarefas não especializadas, organizam uma vida profissional independente.  
(Exemplos: vendedores, bordadeiras, etc.).
- (d) *Técnicos: graus mais baixos, sem função de supervisão*.  
(Exemplos: preparadores de laboratório, auxiliares de acção médica, técnicos dos TLP, tipógrafos, etc.).
- (e) *Forças policiais ou do exército: Cargos mais baixos*.  
(Exemplos: guardas da PSP, etc.).
- 3 (a) *Trabalhadores manuais especializados e qualificados, por conta própria*.  
(Exemplos: electricistas, carpinteiros, estucadores, pintores, modistas, etc.).
- (b) *Pequenos proprietários* que, executando tarefas correspondentes às categorias 1 (b) ou 2 (a), dirigem a sua empresa, casa comercial ou agência, em qualquer dos casos, com menos de 10 empregados.  
(Exemplos: donos de pequenas empresas, casas comerciais ou agências de serviço onde trabalham).

- 4 (a) *Empregados não manuais na administração e comércio, sem função de supervisão.*  
(Exemplos: empregados de escritório, empregados bancários, empregados dos tribunais, etc.).
- (b) *Enfermeiras sem função de supervisão.*
- (c) *Monitoras de jardins de infância.*
- (d) *Técnicos: graus intermédios, sem função de supervisão.*  
(Exemplos: desenhadores, técnicos de computador, técnicos de vendas, técnicos de electrónica, etc.).
- (e) *Forças policiais ou do exército: Cargos baixos.*  
(Exemplos: sargentos, etc.).
- 5 (a) *Empregados não manuais na administração e comércio, com função de supervisão.*  
(Exemplos: Ver 4(a), secretárias de administração).
- (b) *Enfermeiras com função de supervisão.*
- (c) *Técnicos: Graus intermédios, com função de supervisão.*  
(Exemplos: ver 4 (d)).
- 6 (a) *Profissionais assalariados ou por conta própria.*  
(Exemplos: professores dos ensinos preparatório, secundário e universitário, médicos, comissários de bordo, engenheiros, etc.).
- (b) *Técnicos: Graus elevados, com e sem função de supervisão.*  
(Exemplos: técnicos de “marketing”, técnicos analistas, controladores aéreos, etc.).
- (c) *Dirigentes comerciais ou industriais de médias ou de grandes empresas.*  
(Exemplos: gestores de empresas, directores gerais, sócios - gerentes comerciais, etc.).
- (d) *Forças policiais ou do exército: Cargos intermédios ou elevados.*  
(Exemplos: majores, etc.).



## **APÊNDICE 2**

### **Escala Utilizada na Discriminação da Habilitação Acadêmica**



## **ESCALA UTILIZADA NA DISCRIMINAÇÃO DA HABILITAÇÃO ACADÉMICA**

### **1- Menos de 4 anos de escolaridade**

- (a) Nunca frequentou a escola.
- (b) Frequentou o Ensino Primário mas não o completou.

### **2- 4 a 5 anos de escolaridade**

- (a) Completou o Ensino Primário (4º ano).
- (b) Frequentou o Ensino Preparatório mas não o completou.

### **3- 6 a 8 anos de escolaridade**

- (a) Completou o Ensino Preparatório (6º ano ou 2º ano antigo do Liceu ou Escola Técnica).
- (b) Frequentou o Curso Geral do Ensino Secundário (9º ano ou 5º ano do antigo Liceu ou Escola Técnica) mas não o completou.

### **4- 9 anos de escolaridade**

- (a) Completou o Curso Geral do Ensino Secundário (9º ano ou 5º ano do antigo Liceu ou Escola Técnica).
- (b) Fez um curso de nível médio após o Ensino Preparatório.

### **5- 10 a 12 anos de escolaridade**

- (a) Frequentou o Ensino Secundário num Liceu (7º ano antigo do Curso Complementar) ou numa Escola Técnica (Secção Complementar do Curso Geral do Comércio ou da Indústria) mas não o completou.
- (b) Frequentou o Curso Complementar do Ensino Secundário (10º, 11º e 12º ano) mas não o completou.
- (c) Completou o Ensino Secundário num Liceu (7º ano antigo do Curso Complementar) ou numa Escola Técnica (Secção Complementar do Curso Geral do Comércio ou da Indústria).
- (d) Completou o 12º ano do Curso Complementar do Ensino Secundário.
- (e) Fez um Curso de nível médio (3 anos) após o 9º ano ou 5º ano antigo do Liceu ou Escola Técnica.

### **6- Mais de 12 anos de escolaridade**

- (a) Fez um curso de nível médio após o Curso Complementar do Ensino Secundário ou fez alguns anos na Universidade.
- (b) Fez um Curso na Universidade.

